Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

२५५
२५

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ભૌતિકશાસ્ત્ર

અને

આરોગ્યવિજ્ઞાન.

११८४-११८

કર્તા—[illegible]

પ્રકાશક—[illegible]

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar.

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

❀ ओ३म् ❀

पुस्तक-संख्या ५५ ग/२६

पंजिका-संख्या २११६०/२०-३-२००२

पुस्तक पर सर्व प्रकार की निशानियां लगाना वर्जित है। कोई महाशय १५ दिन से अधिक देर तक पुस्तक अपने पास नहीं रख सकते। अधिक देर तक रखने के लिये पुनः आज्ञा प्राप्त करनी चाहिये।

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

(વડોદરા રાજ્યના અંગ્રેજી પાંચમા ધોરણને માટે મંજુર થયેલું)

ભૌતિકશાસ્ત્ર અને આરોગ્યવિજ્ઞાન.

(સચિત્ર)

CHECKED 1973 Initial

લેખક.

ભાનુસુખરામ નિર્ગુણરામ મહેતા.

માનવ દેહધર્મવિદ્યા, અને આરોગ્યવિજ્ઞાન, આરોગ્યવિજ્ઞાનની વાતો, પદાર્થ વિજ્ઞાન, આંચળવાળાં પ્રાણીઓ, પ્રાણીવિદ્યા, પ્રાણીસૃષ્ટિ, ગ્રહણ, ઋતુના રંગ, પ્રેમાનંદ, વિષ્ણુદાસ, મીરાંબાઈ, મધપુડો, કરોળિયા, કેમિસ્ટ્રિ, ઇત્યાદિના કર્તા.

પ્રકાશક.

એમ. સી. કોઠારી.

રાવપુરા, કાપડીપોળ, વડોદરા.

બીજી આવૃત્તિ.

સંવત ૧૯૮૦

સને ૧૯૨૪

કિંમત ૧-૦-૦

પુસ્તકાલય ગુરુકુલ કાંગડી
પુસ્તક સં૦ ...
આગત સં૦ ...
તિથિ ...

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આ પુસ્તક પરભુલાલ શીવલાલ ઠક્કરે વડોદરા, મોદીખાનામાં
"શ્રી ભારત વિજય પ્રેસ"માં છાપ્યું. તા. ૧--૫--૨૪.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

H. V. P. K
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રસ્તાવના.

ગૂજરાતીમાં વિજ્ઞાનનાં પુસ્તકો માત્ર ગણ્યાંગાંઠાં છે. આજથી વીસ વર્ષ ઉપર ' પદાર્થવિજ્ઞાન ' એ નામનું ભૌતિકશાસ્ત્રનું પુસ્તક મારા તરફથી પ્રસિદ્ધ થયું હતું અને તેને મુંબાઇ ઇલાકાના કેળવણી ખાતાના મહેરબાન ડીરેકટર સાહેબે પાઠ્ય પુસ્તક તરીકે મંજૂર કરી મને ઉત્તેજન આપ્યું હતું. ત્યાર બાદ સરકારી વાંચનમાળામાં એ જ વિષયના પાઠો વાંચનમાળાની સમિતિએ મારી પાસે લખાવ્યા હતા. એ વખતે અંગ્રેજી-શાળાઓમાં વિજ્ઞાનનો અભ્યાસ ગૂજરાતીમાં થતો ન હતો. પરંતુ વિજ્ઞાન શાસ્ત્ર પણ માતૃભાષાદ્વારા શીખવવું એવો વિચાર સર્વનો થયાથી તેવાં પુસ્તકો ગૂજરાતીમાં હોવાની અગત્ય જણાઇ. વડોદરા રાજ્યમાં અંગ્રેજી ચોથા અને પાંચમા ધોરણોમાં એ વિષય માતૃભાષાદ્વારા જ શીખવવો એવી મહેરબાન વિદ્યાધિકારી સાહેબની આજ્ઞા થયાથી તે તે વિષયોનાં પુસ્તકો તૈયાર કરી આપી એ રીતે વિદ્યાર્થી વર્ગની અને સમાજની સેવા કરવાનો અમને વિચાર આવ્યો, ને તે પ્રમાણે મારા મિત્ર રા. રા. કલ્યાણરાય નથુભાઇ જોષીની સાથે રહી ચોથા ધોરણ માટે ' માનવ દેહ ધર્મવિદ્યા અને આરોગ્ય વિજ્ઞાન ' એ નામનું પુસ્તક તૈયાર કર્યું. એને વડોદરાની તેમજ ગૂજરાતની પ્રજાએ જે સત્કાર આપ્યો છે, તથા વડોદરા રાજ્યના કેળવણી ખાતાએ પાઠ્ય પુસ્તક તરીકે રાખી અમને જે ઉત્તેજન આપ્યું છે તેને માટે અમે એ સર્વના અતિ આભારી થયા છીએ.

અંગ્રેજી પાંચમા ધોરણમાં પણ એ વિષય માતૃભાષાદ્વારા જ શીખવવો એવું ઠર્યાથી એ વિષે પુસ્તક લખી આપવાનો મારો વિચાર થયો, ને તે તૈયાર કરી મહેરબાન મસાણી સાહેબને બતાવ્યું. પરંતુ મુંબઈ ઇલાકાની સરકારે તથા શારદાપીઠે મળીને નીમેલી સમિતિએ જે અભ્યાસક્રમ તૈયાર કર્યો છે તે અભ્યાસક્રમ અનુસાર પુસ્તક તૈયાર કરવાની એઓ સાહેબની

पुस्तकालय
गुरुकुल कांगड़ी
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સલાહ તથા આજ્ઞા થયાથી તે પ્રમાણે આ પુસ્તક લખવામાં આવ્યું છે; તો પણ એ વિષય સ્ફુટ કરવાને માટે મારા પચીસ વર્ષના અનુભવ પ્રમાણે તેમાં દાખલા દલીલો આપી તેટલો વધારો કર્યો છે એ સહેજ જણાઈ આવશે.

સમિતિએ 'ગ્રેગરી અને હૅડલી' તથા 'લાઉંડ્ઝ' કૃત પુસ્તકોની ભલામણ કરી છે. એટલે આ પુસ્તક તૈયાર કરતી વખતે તે પુસ્તકો મુખ્ય રાખીને 'ગ્રેગરી અને સિમન્સ' કૃત "લેસન્સ ઇન સાયન્સ" અને "ફીઝીક્સ એંડ કેમિસ્ટ્રિ" નામનાં પુસ્તકોનો આધાર લીધો છે.

અંતે મહેરબાન મસાણી સાહેબના અભિપ્રાયથી મહેરબાન વિદ્યાધિકારી કલાર્ક સાહેબે આ પુસ્તકને રાજ્યમાં ચલાવવા મંજુરી આપી ૫ જાન્યુઆરી ૧૯૨૨ ની આજ્ઞાપત્રિકામાં પાન ૨૨ મે સર્ક્યુલર નં. ૧૪ થી તેની જાહેરાત આપી છે તે માટે હું મહેરબાન કલાર્ક સાહેબનો અતિ આભારી થયો છું.

આકૃતિ તૈયાર થતાં ઘણું મોડું થયું અને તેથી પુસ્તક પ્રસિદ્ધ થતાં તેટલો વિલંબ થયો છે, તો પણ નવા વર્ષની શરૂઆતમાં જ એ પ્રસિદ્ધ થઇ શકયું છે તેટલા માટે હું છાપખાનાના માલીકોનો આ સ્થળે ઉપકાર માનું છું. વડોદરા રાજ્યે જેવી રીતે ઉત્તેજન આપ્યું છે તેવી રીતે મુંબઇ ઇલાકાના કળવણી ખાતાના અધિકારીઓ પણ તેવું જ ઉત્તેજન આપી સેવકને આભારી કરશે એવી ઉમેદ રાખું છું.

ચૈત્ર. નવું વર્ષ.
શક ૧૮૪૩.

ભાનુસુખરામ ન. મહેતા.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બીજી આવૃત્તિની પ્રસ્તાવના.

આ પુસ્તકની પહેલી આવૃત્તિ પ્રસિદ્ધ થયા પછી વિદ્વાનોના અભિપ્રાયને માટે તથા તેમની સૂચનાને માટે તેમને એ મોકલવામાં આવ્યું હતું. એ બધા ગૃહસ્થોના અભિપ્રાય ઘણા સારા આવ્યા હતા, તેમ જ્યાં જ્યાં મારી ભૂલ થઇ હતી તે તે તેમણે બતાવી હતી, તેથી તેમનો બધાનો આ સ્થળે ઉપકાર માનું છુ.

વિષેશ કરીને અમદાવાદની 'ગૂજરાત કૉલેજ'ના પ્રોફેસર રા. રા. વીરમિત્ર ભીમરાવ દીવેટિયા, એમ. એ; બી; એસ સી. એમણે એ પુસ્તક આદ્યંત વાંચી જઇને સુધારા વધારા કર્યા હતા, મારી ભૂલો બતાવી હતી તથા નવી આવૃત્તિ વખતે જે ફેરફાર કરવા સૂચના કરી હતી તે સૂચના પ્રમાણે આ બીજી આવૃત્તિમાં ફેરફાર કરવામાં આવ્યો છે, તથા તે સર્વ સુધારા વધારા એમના કહેવા પ્રમાણે દાખલ કરવામાં આવ્યા છે. એમના એ શ્રમને માટે એમનો જેટલો ઉપકાર માનું તેટલો ઓછો છે.

વિજ્ઞાનના વિષયોની પરિભાષા જ્યાં સુધી નક્કી થાય નહિ ત્યાં સુધી વિજ્ઞાનનાં પુસ્તકો સરળ ભાષામાં ઉતારવાં એ કામ ઘણું મુશ્કેલ છે. એથી શરૂઆતનાં પુસ્તકોમાં એવી ભૂલ તથા ખામી રહે એ સ્વાભાવિક છે. પરંતુ વિદ્વાનોની સલાહ તથા સૂચનાથી એ ભૂલો તથા ખામી સુધરી શકે પણ ખરી. એવા વિચારે એ પુસ્તક પ્રસિદ્ધ કરવાની હિમ્મત મેં કરી હતી. શાળાના શિક્ષકોએ તથા વિદ્યાર્થીઓએ આ પુસ્તકને માટે જે સહાનુભૂતિ દર્શાવી છે, તથા એ પુસ્તકને જે ઉત્તેજન આપ્યું છે તેને માટે તેમનો આ સ્થળે હું આભાર માનું છું, વડોદરા રાજ્યના કેળવણી ખાતાના અધિકારીએ જે ઉત્તેજન આપ્યું છે તેને માટે તેમનો પણ હું આભારી છું. એજ પ્રમાણે પ્રોફેસર દીવેટિયાની સુચના પ્રમાણે આ આવૃત્તિ પ્રસિદ્ધ કરવામાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આવી છે એટલે મુંબાઇ ઇલાકાના કેળવણી ખાતાના અધિકારી તરફથી એવુંજ ઉત્તેજન મને મળશે એવી મને આશા રહે છે, ને તેમાટે તેમનો પણ હું આભારી થઇશ.

અત્રે એટલું વિશેષ જણાવવાની રજા લઉ છું કે ફ્રાંસની મેટ્રિક પદ્ધતિમાંના કોષ્ટક વિદ્યાર્થીઓને અર્થ સમજ્યા વિના ગોખી નાખવાં પડે છે ને તેથી તેઓ તેમાં ઘણી ભૂલો કરે છે એ મારો શિક્ષક તરીકેનો અનુભવ છે. એથી મેટ્રિક પદ્ધતિમાંના ડેસી, હેકટો, મીલી, ડેકા, કીલો વગેરે શબ્દો માટે તેના અર્થવાળા જ ગૂજરાતી શબ્દો યોજીને એ મેટ્રિક પદ્ધતિને બદલે દશાંશ પદ્ધતિ આ પુસ્તકમાં દાખલ કરી છે. એ નૂતન છે, ને ઘણાને તે નૂતન લાગી છે. પણ નૂતનતા વિદ્યાર્થીની સરળતાને લીધે જ યોજવામાં આવી છે. વિજ્ઞાનની પરિભાષા અમારા તરફથી તૈયાર કરવામાં આવેલી છે, પણ પરિભાષા બધાને પરિચિત ન હોય તેથી તેની સાથે જ કૌંસમાં અંગ્રેજી શબ્દો મુકવામાં આવ્યા છે એટલે આશા રહે છે કે શિક્ષકને એ વિષય શીખવવાને તથા શિષ્યને એ વિષય શીખવા સમજવાને ઘણું સરળ થઇ પડશે.

અંતે આ પુસ્તકના પ્રકાશક રા. રા. એમ. સી. કોઠારીનો તેમની સાહિત્ય વિષયક તથા શાળોપયોગી પુસ્તકો પ્રસિદ્ધ કરવાની ઉત્કંઠા તથા હિમ્મતને માટે તેમજ ભારત વિજય છાપખાના માલીકોનો આ આવૃત્તિ સારી છાપવાને માટે ઉપકાર માનું છું. તા. ૩૦ અપ્રેલ ૧૯૨૪.

ભાનુસુખરામ નિર્ગુણરામ મહેતા.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અનુક્રમણિકા.

ભૌતિકશાસ્ત્ર.

પ્રકરણ.	વિષય.	પાનું.
	ઉપોદ્‌ઘાત	૧
૧.	લંબાઈનાં અને સમયનાં માપ	૩
૨.	ક્ષેત્રફળનું માપ	૨૧
૩.	ઘનફળનું માપ	૩૦
૪.	દળ; ભાર અને ઘટત્વ	૩૯
૫.	દ્રવ્ય; દ્રવ્યની ત્રણ અવસ્થા અને તેના સામાન્ય ગુણધર્મો	૫૨
૬.	પ્રવાહીમાં દબાણ અને સાપેક્ષ ઘટત્વ	૭૭
૭.	વાતાવરણનું દબાણ અને બૉઇલનો સિદ્ધાંત... ...	૯૩
૮.	હવા અને અવાજ	૧૧૭
૯.	ગતિ; બળ અને જડત્વ	૧૧૯
	જવાબ	૧૩૧

આરોગ્યવિજ્ઞાન.

૧.	પાણી	૧૩૩
૨.	આરામ અને કસરત	૧૪૩
૩.	ઘરનું આરોગ્ય	૧૪૯
૪.	ટેવ	૧૫૫
૫.	સ્વચ્છતા	૧૬૧

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

શ્રી.

ભૌતિકશાસ્ત્ર.

ઉપોદ્ઘાત.

કોઇ સમયે સારા કે માઠા સમાચાર મળતાં આપણો ચહેરો આનંદી કે ઉદાસ જણાય છે. કોઇ પ્રસંગે આપણે ગુસ્સે થઇએ છીએ ત્યારે આપણો ચહેરો ગુસ્સાવાળો દેખાય છે. કોઇ પ્રસંગે આપણા મનની વૃત્તિ બદલાતાં તેનો વિકાર આપણા ચહેરા ઉપરથી જણાઇ આવે છે. ખુશખબર મળતાં આપણે ખુશમિજાજ હોઇએ છીએ અને માઠા સમાચાર મળતાં આપણું મ્હોડું ઉતરી જાય છે. એ બધા શરીરના વિકારો છે. આપણા શરીરમાં એવા વિકારો પ્રસંગોપાત થાય છે તે છતાં શરીરના બંધારણમાં કોઇ પણ જાતનો કાયમનો ફેરફાર થતો નથી. તે જ પ્રમાણે કોઇ પણ પદાર્થને તપાવ્યાથી તે તપે છે ત્યારે તેમાં ઉનાપણાનો નવો ધર્મ આવે છે, પણ તે પદાર્થ પાછો ટાઢો પડે છે ત્યારે તેને તપાસી જોયાથી તેના બંધારણમાં કોઇ પણ પ્રકારનો ફેરફાર થયેલો આપણને જણાતો નથી. કેટલાક પદાર્થો હાલે છે, ચાલે છે અને પાછા સ્થિર થાય છે; એટલે કે હાલતા ચાલતા બંધ પડી જાય છે. આ પ્રમાણે હાલવા ચાલવાથી વસ્તુના બંધારણમાં કોઇ પણ પ્રકારનો ફેરફાર થતો નથી. વળી કેટલાક પદાર્થનો રંગ બદલાય છે, કેટલાકના રૂપમાં, આકારમાં ફેરફાર થાય છે, તોપણ તેવા ફેરફારને લીધે તે પદાર્થ બદલાઇ જઇ તેમાંથી

ભૌતિકશાસ્ત્ર એટલે શું ?

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નવો પદાર્થ બનતો નથી. વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ એવા ફેરફારો ભૌતિક છે, તેથી એ વિષય ભૌતિકશાસ્ત્રનો છે. એની ટુંક વ્યાખ્યા આ પ્રમાણે આપી શકાય; **પદાર્થો ઉપર પ્રયોગો કર્યા છતાં પણ તેમના બંધારણમાં કાયમનો ફેરફાર થાય નહિ એટલે કે તે પદાર્થો તદ્દન બદલાઈ જઇ તેમાંથી નવો પદાર્થ ઉત્પન્ન થાય નહિ તો તે ફેરફાર ભૌતિક કહેવાય** છે, અને એવા ફેરફારોને લગતું શાસ્ત્ર તે ભૌતિકશાસ્ત્ર છે. આવી જાતના ફેરફારોનો અનુભવ આપણને આપણા વ્યવહારમાં રોજ થતો હોય છે.

પાણીમાં મીઠું કે ખાંડ નાખ્યાથી તે બન્ને ઓગળી જાય છે. એને આપણે કેવી જાતનો ફેરફાર કહેવો? એ ફેરફાર ભૌતિક છે? હા. કારણ કે, મીઠું કે ખાંડ ઓગળી જઇ અદૃશ્ય થાય છે ખરાં, તોપણ તેમનો ખારાશનો કે ગળપણનો ગુણ જતો રહેતો નથી. તે ગુણ પાણીમાં ઉતરે છે, અને તેથી પાણી ખારૂં કે ગળ્યું લાગે છે. એમાં મીઠું કે ખાંડ બદલાઇ જઇ તેમાંથી નવા પદાર્થો ઉત્પન્ન થતા નથી. પાણી સુકાયા પછી તે પદાર્થો આપણને પાછા મળી શકે છે. તેટલા માટે એ પ્રયોગ ભૌતિક છે.

એટલા માટે ભૌતિકશાસ્ત્રનો હેતુ સૃષ્ટિમાંના બધા પદાર્થોના જે ગુણધર્મો સામાન્ય હોય તેનો અભ્યાસ કરવાનો છે. પદાર્થો અમુક જગ્યા રોકે છે; તેમને પોતપોતાનું દળ હોય છે; તેઓ અમુક પ્રકારની ભૌતિક દશા ભોગવતા હોય છે; તેમને અમુક જાતના ગુણધર્મો હોય છે. આવી જાતજાતના ગુણધર્મોની બાબતમાં એક પદાર્થ બીજા પદાર્થની સાથે કેવી રીતે સરખાવવો? એ ગુણધર્મોમાં ફેરફાર કેવી રીતે થાય? અમુક ગુણધર્મની બાબતમાં પદાર્થોને એક બીજાની સાથે સરખાવવાને માટે સરખામણી કરવાનું કોઇ પણ જાતનું ખાસ ધોરણ હોવું જોઇએ. દૃષ્ટાંત તરીકે પદાર્થનું દળ દળના ધોરણ પ્રમાણે સરખાવી શકાય. આવી સરખામણીનાં પરિણામ ઉપરથી ભૌતિકશાસ્ત્રના કાયદા તથા નિયમો ઘડી કાઢવામાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આવ્યા છે. એથી કરીને આ વિજ્ઞાનના અભ્યાસમાં માપ ઘણી અગત્યની બાબત છે, તેટલા માટે કેટલીક સાદી ભૈાતિક બાબતો માપવાને માટે કેટલીક રીત વપરાય છે તેનાથી આપણો વિષય શરૂ કરવો એ ઘણું યેાગ્ય ગણાશે.

પ્રકરણ પહેલું.

લંબાઈનાં અને સમયનાં માપ.

માપનું ધેારણ.

વ્યવહારમાં કોઇપણ વસ્તુને માપી લેતાં આપણે સૈા કોઇ આપણા હાથ વતી તે વસ્તુ ભરી લઇ તેનું માપ કાઢીએ છીએ. સૂતાર, લૂહાર વગેરે કારીગરેા પોતપોતાની મુઠ્ઠી ભરીને તે વસ્તુનું માપ જાણી લે છે. કોઇ વળી પોતાનાં આંગળાંએ તે વસ્તુ માપી લે છે. પરંતુ એ બધી જુદી જુદી માપવાની રીતોથી વસ્તુનું ચેાક્કસ માપ મળી શકતું નથી. સર્વ કોઇની હાથ ભરવાની રીત એક સરખી હોઇ શકે નહિ, તેમ બધા માણસોના હાથની લંબાઇ પણ એક સરખી હોય નહિ, અને તેથી એવી રીતે ભરવાની રીતથી કારીગરો પોતપોતાનું કામ ચેાક્કસ કરી શકે નહિ. એથી અંતે ઘણો ગેાટાળો થવાનો સંભવ રહે; એટલા માટે સારૂં અને ચેાક્કસ કામ થવાને માટે એક સરખાં માપ હોવાની ઘણી જરૂર છે. ભૈાતિકશાસ્ત્રનો મુખ્ય આધાર ચેાક્કસ માપ ઉપર જ રહેલો છે, અને તેથી એવાં માપ બધા સમજી શકે તેવું એક તેા ધેારણ નક્કી કરવું જોઇએ, અને બીજું તે પદાર્થ ધેારણના આંકડાથી કેટલા ગણો છે તે આપણે બરાબર માપી લેવું જોઇએ. કોઇ પણ માપી શકાય એવી વસ્તુનું પરિમાણ (મૅગ્નિટયુડ) આંકડા વતી આપણે કહેવું

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હોય તો સરખાવી શકાય એવાં લંબાઇનાં, સપાટીનાં, ઘનફળનાં, ભારનાં અને સમયનાં જુદાં જુદાં માપનાં ધોરણ પ્રથમ નક્કી કરી લેવાં જોઇએ. એને એકમ (યુનિટ) અથવા માપનું ધોરણ કહે છે. એવાં ધોરણો નક્કી થયા પછી તે સૌને લગતાં માપનાં કોષ્ઠકો તે ઉપરથી ઉપજાવી શકાય.

લંબાઇના માપનું અંગ્રેજી ધોરણ.

અંગ્રેજી રાજ્યમાં લંબાઇના માપનું ધોરણ કાંસાની પટી ઉપરનાં બે ચિહ્નો વચ્ચેની આડી લીટીઓની 'ફાહ્‌રન-હાઇટ' ઉષ્ણતામાપક (થર્મોમીટર) યંત્રના ૬૨° અંશે લીધેલા માપ પ્રમાણેની લંબાઇ છે, ને તે માપ સાચવી રાખવામાં આવ્યું છે. એ લંબાઇને ' યાર્ડ ' કહેવામાં આવે છે. એને આપણે વાર કહીએ છીએ. એ ' યાર્ડ ' થી નાનાં મોટાં માપ માપવાને માટે એનાથી નાનાં મોટાં માપનાં કોષ્ઠક નક્કી કરવામાં આવ્યાં છે. ' યાર્ડ ' ના ત્રણ સરખા ભાગ પાડી પ્રત્યેક ભાગને ' ફુટ ' કહે છે, અને એ ' ફુટ ' ના એક સરખા બાર ભાગ પાડી એ દરેક ભાગને ' ઇંચ ' કહેવામાં આવે છે. પરંતુ ' યાર્ડ ' થી મોટી વસ્તુ માપવાને માટે નીચે પ્રમાણેનું કોષ્ઠક નક્કી કરવામાં આવ્યું છે. ' યાર્ડ ' કરતાં ઘણી લાંબી જગ્યા માપવાને માટે ' ફર્લોંગ ' અને ' માઇલ ' છે.

૫½ યાર્ડ = ૧ પોલ.	૨૨ યાર્ડ = ૧ ચૈન (સાંકળ).
૨૨૦ યાર્ડ = ૧ ફર્લોંગ.	૧૭૬૦ યાર્ડ = ૧ માઇલ.
૫૨૮૦ ફુટ = ૧ માઇલ.	

ફ્રાન્સમાં અને યુરોપના બીજા દેશોમાં તથા વિજ્ઞાનને લગતી ચોક્કસ ગણત્રીને માટે 'મેટ્રિક' પદ્ધતિનું ધોરણ ચાલે છે. અંગ્રેજ લોકોએ લંબાઇના માપનું ધોરણ ' યાર્ડ ' રાખ્યું તેમ ફ્રાન્સના લોકોએ તેને માટે ' મીટર ' રાખ્યું. એ ' મીટર ' મહારજત (પ્લૅટિનમ) ધાતુના સળિયા પરનાં બે ચિહ્નોની વચ્ચેના અંતરની બરાબર છે. ' મીટર '

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૩૯.૩૭૦૭૯ ઇંચ અથવા ૩૯$\frac{3}{8}$ ઇંચ અથવા ત્રણ ફુટ અને ૩$\frac{3}{8}$ ઇંચ મોટો હોય છે. મીટરના દસ સરખા ભાગ પાડી એ દરેક ભાગને 'ડેસીમીટર' કહે છે. તે જ પ્રમાણે ડેસીમીટરના એક સરખા દસ ભાગ પાડી પ્રત્યેક ભાગને 'સેંટીમીટર' કહે છે, અને એ સેંટીમીટરના પણ એક સરખા દસ ભાગ પાડી એ પ્રત્યેક ભાગને 'મીલીમીટર' કહે છે. એ માપનું કોષ્ઠક આ પ્રમાણે છે:—

૧૦ મીલીમીટર	= ૧ સેંટીમીટર.	૧૦ ડેસીમીટર ૧૦૦ સેંટીમીટર ૧૦૦૦ મીલીમીટર	=૧ મીટર.
૧૦ સેંટીમીટર ૧૦૦ મીલીમીટર	= ૧ ડેસીમીટર.		

મીટરથી મોટાં માપને માટે તેનાથી દસ ગણા માપને માટે 'ડેકા,' ૧૦૦ ગણા માપને માટે 'હેક્ટો' અને હજાર ગણા માપને માટે 'કીલો' એ શબ્દો રાખવામાં આવ્યા છે. એટલે

૧૦ મીટર = ૧ ડેકામીટર. ૧૦૦ મીટર = ૧ હેક્ટોમીટર.
૧૦૦૦ મીટર = ૧ કીલોમીટર.

એ અંગ્રેજી માપને મળતું આવતું માપ આપણે અહીં પણ છે, પણ તે માપ જુદે જુદે ઠેકાણે જુદા જુદા કારીગરોનું જુદું જુદું હોઇ આ પુસ્તક પરત્વે એ માપ નીચે પ્રમાણે નક્કી કરવામાં આવ્યું છે:—અંગ્રેજી યાર્ડની બરાબર આપણે ત્યાંનો વાર તથા ઇંચિની બરાબર તસુ રાખ્યા છે; એટલે યાર્ડને બદલે વાર, ફુટને બદલે ફુટ અથવા પાદ, ઇંચને બદલે તસુ અને માઇલને બદલે માઇલ શબ્દો રાખી નીચે પ્રમાણેનું કોષ્ઠક ઉપજાવ્યું છે:—

૧૨ તસુ (ઇંચિ)=૧ પાદ (ફુટ).	૧૭૬૦ વાર (યાર્ડ) =૧ માઇલ.
૩ પાદ (ફુટ)=૧ વાર (યાર્ડ).	૫૨૮૦ પાદ (ફુટ) =૧ માઇલ.

એ જ પ્રમાણેની ફ્રાંસની મેટ્રિક પદ્ધતિના જેવી જ આપણે ત્યાંની દશાંશ પદ્ધતિ છે, અને તેથી મીટરને બદલે 'માત્ર' ગ્રામને બદલે 'ગ્રામ,'

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ડેસીને માટે ‘ દશાંશ, ’ સેંટીને માટે ‘ શતાંશ, ’ મીલીને માટે ‘ સહસ્રાંશ, ’ ‘ ડેકા ’ ને માટે ‘ દશ ’ ‘ હેકટા ’ ને માટે ‘ શત ’ અને ‘ કીલો ’ ને માટે ‘ સહસ્ર ’ શબ્દો રાખી ફ્રાંસના માપના ધોરણે નીચે પ્રમાણેનું દશાંશનું કોષ્ઠક બનાવ્યું છે.

૧૦ સહસ્રાંશમાત્ર=૧ શતાંશમાત્ર

૧૦ શતાંશમાત્ર
૧૦૦ સહસ્રાંશમાત્ર } =૧ દશાંશમાત્ર.

૧૦ દશાંશમાત્ર
૧૦૦ શતાંશમાત્ર
૧૦૦૦ સહસ્રાંશમાત્ર } =૧ માત્ર.

૧૦ માત્ર=૧ દશમાત્ર.
૧૦૦ માત્ર=૧ શતમાત્ર.
૧૦૦૦ માત્ર=૧ સહસ્રમાત્ર.

અંગ્રેજી અને મેટ્રિક ધોરણો વચ્ચેની સરખામણી.

અંગ્રેજી, ફ્રાન્સનાં અને આપણે અહીંનાં મુખ્ય ધોરણો જાણ્યા પછી તેમની વચ્ચેની સરખામણી પણ આપણે જાણવી જોઇએ. એ સરખાણી નીચે પ્રમાણે છે:—

૧ ઇંચ અથવા તસુ =(લગભગ) $૨\frac{૧}{૨}$ સેંટીમીટર અથવા શતાંશમાત્ર.

૧ ફુટ અથવા પાદ =૩ ડેસીમીટર અથવા દશાંશમાત્ર.

૧ યાર્ડ અથવા વાર = $\frac{૯}{૧૦}$ મીટર અથવા માત્ર.

૧ માઇલ=$૧\frac{૩}{૫}$ કીલોમીટર અથવા સહસ્રમાત્ર.

૧ ગૅલન=$૪\frac{૧}{૨}$ લીટર.

૧ સેંટીમીટર અથવા શતાંશમાત્ર=આશરે $\frac{૨}{૫}$ ઇંચ અથવા તસુ.

૧ ડેસીમીટર અથવા દશાંશમાત્ર = ૪ ઇંચ અથવા તસુ.

૧ મીટર અથવા માત્ર= ૩ ફુટ અને $૩\frac{૩}{૮}$ ઇંચ અથવા ૩ પાદ ને $૩\frac{૩}{૮}$ તસુ.

૧. કીલોમીટર અથવા સહસ્રમાત્ર = $\frac{૫}{૮}$ માઇલ.

૧ લીટર=$૧\frac{૩}{૪}$ પાઈંટ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દશાંશ પદ્ધતિ પ્રમાણે એ માપ નીચે પ્રમાણે આપી શકાયઃ—

૧ શતાંશમાત્ર (સેંટીમીટર)=૦·૩૯૩૭ તસુ (ઇંચ).	૧ તસુ=૨·૫૪ શતાંશમાત્ર (સેંટીમીટર).
૧ માત્ર (મીટર)=૩૯·૩૭૧ તસુ (ઇંચ)	૧ વાર=૦·૯૧૪ માત્ર (મીટર).
૧ માત્ર (મીટર)=૧·૦૯૩૬ વાર(યાર્ડ)	૧ માઇલ=૧૬૦૯·૦૦ માત્ર (મીટર).
૧ સહસ્રમાત્ર (કીલોમીટર)=૦·૬૨૧ માઇલ.	૧ માઇલ=૧·૬૦૯ સહસ્રાંશ માત્ર (મીલીમીટર).

લંબાઇના માપ કાઢવાને માટે માપવાળી તૈયાર ફુટપટી આવે છે. તેના ઉપર એક ધારે ઇંચિના અથવા તસુના અને એક તસુના દસમા ભાગના દોરાઓ હોય છે, અને બીજી ધારે સેંટીમીટરના અથવા શતાંશ-માત્રના અને મીલીમીટરના અથવા સહસ્રાંશમાત્રના આંકા હોય છે. કોઇ પણ વસ્તુ માપતી વખતે એની ધારે ફુટપટી મૂકીને માપવું નહિ. પણ વસ્તુ ઉપર, આકૃતિ ૧ માં બતાવ્યા પ્રમાણે, ફુટપટી મૂકીને માપવું, કારણ કે એથી ચોક્કસ અને ખરૂં માપ લઇ શકાય છે.

સીધી લીટીનું માપ અને માપવાની રીત.

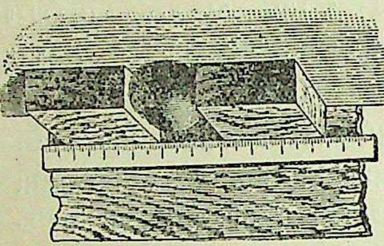
વસ્તુ ઉપર ફુટપટી બેઠી મૂકીને માપ્યાથી પ્રકાશના અસત્યાભાસ (પૅરેલૅક્ષ) ને લીધે ખરેખરૂં માપ નહિ આવતાં ખોટું માપ આવે છે. જે ઠેકાણે વસ્તુ ખરેખરી હોય તે જ ઠેકાણે તે પ્રકાશને લીધે દેખાતી નથી, પણ આઘી-પાછી દેખાય છે તેને અસત્યાભાસ કહે છે. વળી (૨) ફુટપટી વાપરતી વખતે છેક છેડાએથી માપવું નહિ, કારણ છેડા ઘસાઇ ગયેલા હોય છે, અને તેથી એકાદ આંકડો છોડી દઇને માપવાથી ખરૂં અને ચોક્કસ માપ લઇ શકાશે. (૩) જો વસ્તુ માપતા હોઇએ તે ફુટપટીના આંકડાની અધવચ આવીને રહે તો દશાંશ અને શતાંશનો ઉપયોગ કરવો; દાખલા તરીકે એક વસ્તુ ૨·૬ અને ૨·૭ એ બેની વચ્ચેના માપની હોય તો પછી એ ભાગના દસ સરખા ભાગ કરી ૨·૬૩ અથવા એથી ઓછો કે વધારે જે ભાગ હોય તે આંકડો લખવાની ટેવ રાખવી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ગોળ કે શંકુનાઆકાર-ની વસ્તુ માપવાની રીત.

માપવાની વસ્તુ ગોળ કે શંકુના આકારની હોય તો એ ગોળ અથવા શંકવાકારના પદાર્થના વ્યાસથી ઉંચા લાકડાના બે ચોરસ કે લંબચોરસ કકડાઓ લઇ તેમની વચ્ચે તેને આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે બરાબર ગોઠવવી ને તે પછી એ કકડા ઉપર ફુટપટી મૂકીને વચલો ગાળો માપી લેવો. આથી એ ગોળ કે શંકવાકાર પદાર્થના વ્યાસનું કે તેની ઉંચાઇનું માપ આવશે. આ માપ તેનો વ્યાસ છે, તેથી વ્યાસને ૩⅐ અથવા ૩·૧૪૧૫૯ એ આંકડાએ ગુણ્યાથી તેનું પરિધિ નીકળશે.



આકૃતિ ૧.

વાંકીચુંકી લીટી માપ-વાની રીત.

માપવાની વસ્તુ સીધી નહિ હોતાં વાંકીચુંકી હોય તો તેને માપ-વાની રીત જુદી જુદી વપરાય છે. ગમે તેવી વાંકી લીટી સંખ્યાબંધ સીધી લીટીની બનેલી હોય છે એમ આપણે માની શકીએ. કારણકે, એવી વાંકીચુંકી લીટીના નાના નાના કટકાઓ માપી લઇ તે બધાં માપનો સરવાળો કર્યાથી એ વાંકી લીટીનું માપ મળી શકે છે.

આકૃતિ ૨.

૧. પરકાર (કંપાસ) થી માપવાની રીતઃ—પરકારના હાથાની વચ્ચેનો ગાળો અમુક માપનો રાખી તેને વારાફરતી ફેરવતા જઇ માપ્યા ગયાથી ચોક્કસ માપ કાઢી શકાય છે.

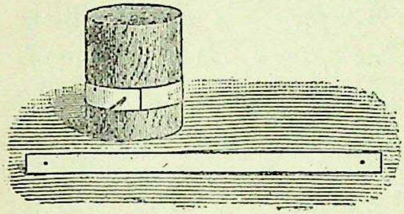
૨. દોરાથી માપવાની રીતઃ—સૂતરના દોરાના છેડા કાતરવતી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બરાબર કાપી લઇ એ દોરો વાંકી લીટી ઉપર મૂકીને એ અંગુઠાના નખ તેના ઉપર દબાવી માપવાથી જેટલો દોરો વપરાય તેને આખરે માપી લીધાથી પણ તેનું માપ કાઢી શકાય છે.

૩ **કાગળની પટીથી માપવાની રીતઃ**—ત્રીજી આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે કાગળની પટી કાપી લઇને તેના છેડા બરાબર સીધા કાપી લેવા. એ પછી માપવાની વસ્તુ પેન્સિલ, નળી કે ભુંગળી જેવી ગોળ હોય તો તેના ઉપર એ પટી વીંટાળવી ને જે ઠેકાણે પટી દોઢે ચડી હોય એટલે કે પટી ઉપર પટી આવી



આકૃતિ ૩.

હોય ત્યાં ટાંકણી ખોસવી એટલે કાગળમાં કાણાં પડશે. એ પછી એ કાણાં વચ્ચેનો ભાગ માપી લીધાથી એ ગોળ પદાર્થનું બરાબર માપ નીકળે છે. આ પ્રમાણે માપ્યાથી વસ્તુના પરિઘનું માપ આવે છે, અને તેથી એ માપને $\frac{૨૨}{૭}$ અથવા ૩.૧૪૧૫૯ એ આંકડા વતી ભાગવાથી તેનો વ્યાસ નીકળે છે.

૪. **વસ્તુ ઉપર દોરી વીંટાળી માપવાની રીતઃ**—વળી ગોળ ભુંગળી જેવી વસ્તુ હોય તો તે ઉપર સૂતરની દોરી એક એકને અડકીને રહે એવી રીતે દસ વખત વીંટાળવી ને તે પછી જે ઠેકાણે દોરીના બન્ને છેડા એક સીધી લીટીએ આવે ત્યાંથી દોરો કાપી લેવો ને તે પછી એ વીંટાળેલો દોરો પાછો ઉકેલી નાખી તેને માપી લીધાથી જે આંકડો આવે તેને દસે ભાગી નાંખવો એટલે પરિઘનું માપ મળશે. એ પ્રમાણે પરિઘ માપતાં માપની અંદર જે ભૂલ પડે ને ભૂલ પણ દસ વખત ભગાય છે, અને તેથી લગભગ ચોક્કસ માપ મળી રહે છે.

૫. **ગોળ પદાર્થનાં પરિઘ અને વ્યાસઃ**—૪ શતાંશમાત્ર અને ૬ શતાંશમાત્રની ત્રિજ્યા (રેડિયસ) નાં માપવાળાં એ ચક્કરો કાગળના પુઠ્ઠામાંથી કાપી કાઢી તેમની કોરે પેન્સિલ વતી નિશાની કરી લેવી. એ

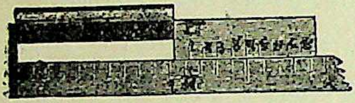
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પછી એ કાપો ફુટપટીના એકાદ માપ ઉપર મૂકી ચક્કરો ગોળ ફેરવવાં. આ પ્રમાણે ફેરવતાં જે ઠેકાણે ચક્કરપર કરેલી નિશાની આવે તેનું માપ જોઇ લીધાથી પરિધિનું માપ આપણને મળે છે. હવે પરિધિ અને વ્યાસ વચ્ચેનું પ્રમાણ ૩ $\frac{૧}{૭}$ ગણું છે, તેથી વ્યાસને $\frac{૨૨}{૭}$ વતી ગુણ્યાથી પરિધિ નીકળે છે અને પરિધિને $\frac{૨૨}{૭}$ વતી ભાગ્યાથી વ્યાસ નીકળે છે. તેમ જ પરિધિને વ્યાસે ભાગ્યાથી ૩.૧૪૧૫૯ નો અથવા $\frac{૨૨}{૭}$ નો આંકડો આવે છે.

વર્નિયર

લંબાઇ માપવાની રીત આ પ્રમાણે જુદી જુદી હોય છે, તો પણ ચોક્કસ માપને માટે યાંત્રિક સાધનો પણ બનાવવામાં આવ્યાં છે. 'વર્નિયર' નામનું ઓજાર 'પૉલ વર્નિયર' નામના માણસે સને ૧૬૩૦ માં બનાવ્યું હતું. એ ઓજારની ગોઠવણથી ઝીણામાં ઝીણું માપ ઘણું ચોક્કસ નીકળી શકે છે.



આકૃતિ. ૪.

એ ઓજાર બે જાતનાં આવે છે, પરંતુ જે ઓજાર ઘણું પ્રચલિત છે ને ઘણે ઠેકાણે સાધારણ રીતે વપરાય છે તેનું જ અત્રે વર્ણન કરીશું. એ સાદામાં સાદા 'વર્નિયર' માં એવી ગોઠવણ કરેલી જોવામાં આવે છે કે તેના ઉપરના માપના દસ વિભાગ મુખ્ય માપના નવ વિભાગની બરાબર હોય છે. આથી કરીને વર્નિયર માપનો દરેક વિભાગ મુખ્ય માપના પ્રત્યેક વિભાગથી $\frac{૯}{૧૦}$ હોય છે. આથી કરીને વર્નિયર ઉપરનો એક આંકો બીજાને માપના આંકાથી $\frac{૧}{૧૦}$ નાનો હોય છે. આવા સાધન વતી નીચે પ્રમાણે માપ લેવામાં આવે છે:—ધારો કે એક વસ્તુ ૧ તસુ અને ૧.૧ તસુની વચ્ચે છે. એ બન્ને જુદાં જુદાં માપોની સરખામણી કરી જોયાથી એટલું તો માલૂમ પડે છે કે બન્ને માપોના આંકાઓ એક જ સ્થળે લગભગ એક બીજાને મળતા આવે છે ને તે 'વર્નિયર' નો ચોથો વિભાગ છે. આથી એમ કહી શકાય કે પટીના એક આંકાથી 'વર્નિયર' નો આંકો $\frac{૯}{૧૦}$ હોય છે ત્યારે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

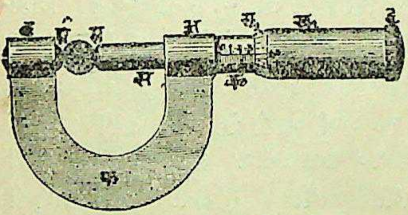
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વસ્તુની લંબાઇ + વર્નિયરના ચાર આંકા = ૧.૪ તસુ; ને તેથી વસ્તુની લંબાઇ = ૧.૪–(૪×૦.૦૯) = ૧.૦૪ તસુ.

એક બીજો દાખલો લઇએ. માપવાની વસ્તુને મુખ્ય માપ ઉપર મુકયાથી આપણને એમ જણાય છે કે તે છ આંકા કરતાં મોટી અને સાત આંકા કરતાં નાની છે. વર્નિયર માપને ખસેડી જોવાથી આપણને એવું દેખાય છે કે વર્નિયરનો છઠ્ઠો આંકો મુખ્ય માપના બારમા આંકાની બરાબર છે. એટલે વર્નિયરના શુન્ય અને મુખ્ય માપના છ આંકાની વચ્ચેનું અંતર $\frac{૬}{૧૦}$ છે. એથી છ આંકા સુધીની વસ્તુની લંબાઇ મુખ્ય માપથી ·૬ હોય છે, ને તેથી વસ્તુની લંબાઇ મુખ્ય માપના ૬·૬ માપ જેવડી હોય છે એટલે કે તે ૬·૬×$\frac{૧}{૫}$ = ૧·૩૨ તસુ હોય છે. આ પ્રમાણે હોવાથી 'વર્નિયર' વાપરતાં નીચેનો નિયમ યાદ રાખવો જોઇએ. જે ઠેકાણે બે માપના આંકા એક બીજાને મળતા આવે તે ઠેકાણેના માપનો આંકડો જોઇ લેવો. 'વર્નિયર' ના એ કાપા આગળ જે આંકડો હોય તે આંકડો દશાંશના બીજા આંકડાનો આંક હોય છે.

વળી, રાઇના દાણા જેવી ગોળ અથવા બારીક વસ્તુનું બહારનું માપ લેવાને માટે પેચ (સ્ક્રુ–ગેજ) નામનું ઓજાર પણ વપરાય છે. એ ઓજાર આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણેનું એક પ્રકારનું સજડ ખોખું હોય છે, ને તેના ઉપર પોલું ભુંગળું ચઢાવેલું હોય છે. ભુંગળાની અંદરના દાંડા ઉપર પેચના દોરા પાડેલા હોય છે. પેચનું માથું ફેરવ્યાથી એ ઓજાર ફરે છે. માથાની ધારે પણ અમુક માપના કાપા પાડેલા હોય છે. તે કાપા લગભગ ૫૦ અથવા ૧૦૦ હોય છે. $સ_૨$ ના કાપાનો આંક દાંડા ઉપરના કાપાના શૂન્ય આંકની સાથે મળતો આવે છે અને $સ_૨$ ના કાપા ઉપરનું મીંડું દાંડાના કાપાની

પેચ અથવા સ્ક્રુ–ગેજ.



આકૃતિ ૫.

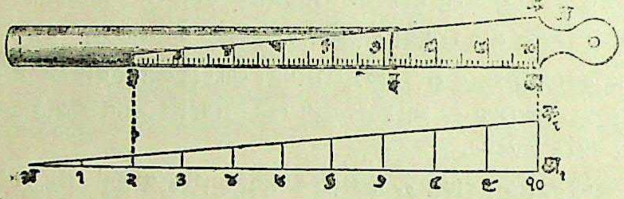
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સાથે મળતું આવે છે ત્યારે એ ઓજારના હોઠ એક બીજાને અડકેલા રહે છે. એના માપના ધોરણનો સામાન્ય નિયમ એવો છે કે, પેચનો દોરો ૦·૫ સહસ્ત્રાંશમાત્રના માપનો હોય છે અને स$_2$ ના ૫૦ ભાગ પાડેલા હોય છે. તેથી स$_2$ નો એક દોરો $\frac{૧}{૫૦}$ × ૦·૫ = ૦·૦૧ સહસ્ત્રાંશમાત્ર જેવડો હોય છે. એ હોઠની વચ્ચે વસ્તુ મૂકી હાથો ફેરવ્યાથી તેનું માપ કાઢી શકાય છે.

ફાચર (વેજ).

નળીનો અંદરનો ભાગ માપવાને માટે ફાચર (વેજ) નામનું ઓજાર વપરાય છે. એની બનાવટ ઘણીજ સાદી છે. ચોરસ કાપાવાળા કાગળમાંથી દસ શતાંશ માત્ર લાંબો અને એક શતાંશમાત્ર આલંબવાળો કાટખૂણાનો ત્રિકોણ

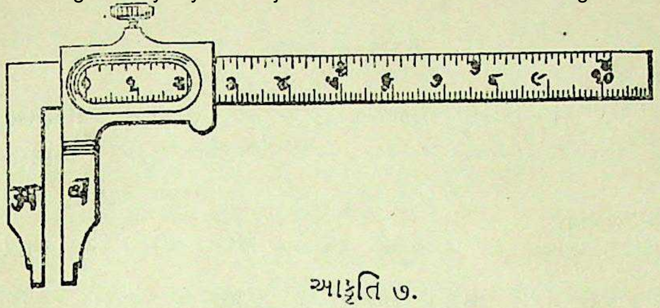


આકૃતિ ૬.

કાપી કાઢ્યાથી ફાચર બને છે. હવે એ ત્રિકોણનો અણીવાળો છેડો નળીની અંદર જ્યાં સુધી ઉતરે ત્યાં સુધી ઉતાર્યો હોય તો અંદરનો વ્યાસ ત્રિકોણના માપના $\frac{૧}{૧૦}$ જેટલો જણાશે, ને એ જ આંકડો નળીની અંદરનો વ્યાસ છે. દાખલા તરીકે છઠ્ઠી આકૃતિમાંના ફાચરના કાટખૂણાના ત્રિકોણ अबक ની अब બાજુ बक કરતાં ૧૦ ગણી મોટી છે, અને તેથી ફાચરનું પ્રમાણ દસનું છે. હવે, अब લીટી ૧૦ શતાંશમાત્ર હોય તો बक લીટી ૧ શતાંશમાત્ર હોવી જોઇએ. આથી अ થી ब સુધીની એ ત્રિકોણની ઉંચાઇ ૦ થી ૧ સુધી ક્રમે ક્રમે વધતી ગયેલી છે. તેટલા માટે अ થી ૧ શતાંશમાત્રે ત્રિકોણની ઉંચાઇ ૧ સહસ્ત્રાંશમાત્રની હોય છે. તે જ પ્રમાણે अ થી ૪ શતાંશમાત્રે તે ૪ સહસ્ત્રાંશમાત્ર અથવા $\frac{૪}{૧૦}$ बक છે. એથી अब લીટી ઉપરની ગમે તે જગ્યાની લંબાઇ बक ના દસમે ભાગે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

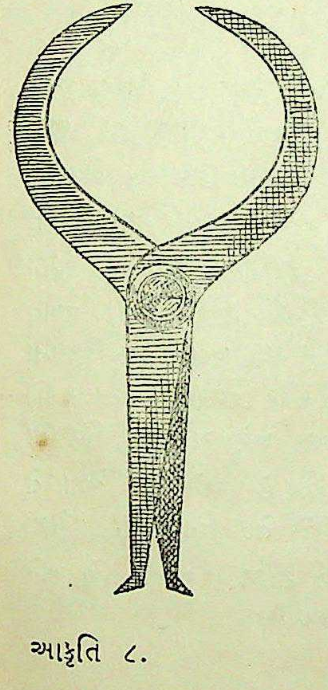
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



આકૃતિ ૭.

પાનું અથવા કલના કે વીછુડો (કૅલિપર).

પરંતુ એવી ગોળ નળીનો અંદરનો ભાગ માપવાને માટે કલના અથવા વીછુડો (કૅલિપર) તથા પાનાં નામનાં ઓજારો પણ વપરાય છે. ' સાઇકલ' માં વપરાતા પાના (સ્પૅનર) જેવું સહેલથી સરી શકે એવું સાધન કલના (કૅલિપર)નામનું ઓજાર છે. તેના ઉપર ' વર્નિયર ' ના માપ પ્રમાણેના આંકા પાડેલા હોય છે. જે વસ્તુ માપવી હોય તેને એ ઓજા-રના લાંબા દાંતની વચ્ચે રાખી સરકતો ભાગ ખસેડવામાં આવે છે એટલે તે પકડાય ત્યારે તે કેટલો ખસ્યો તે માપી લીધાથી એનું ખરૂં માપ નીકળી શકે છે. કારીગરો વીછુડો વાપરે છે તે ઓજાર પરકાર જેવું હોય છે. એના હાથાના છેડાની એક બાજુની અણીઓ બહાર પડતી અને બીજા છેડાની અણીઓ અંદર પડતી હોય છે. એથી બહારના ભાગનો વ્યાસ માપતી વખતે ગોળ અણીવાળા છેડાનો અને અંદરનો ભાગ માપતી વખતે બહાર પડતી અણીવાળા છેડાનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. એમ કરવાથી જેટલું માપ ઉતરે તે ફુટપટીના માપથી જાણી લેવામાં આવે છે.



આકૃતિ ૮.

पुस्तकालय गुरुकुल कांगड़ी
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સમયનાં માપ.

પૃથ્વીનું ભ્રમણ.

પૃથ્વી પોતાની ધરીની આસપાસ ફરે છે તેને પરિણામે આકાશમાંના સૂર્યને અને તારાઓને આપણે ફરતા દેખીએ છીએ. આકાશમાં સૂર્યની જગ્યા પણ ઋતુ ઋતુએ બદલાતી જણાય છે. સૂર્ય ઉગે છે, ધીમે ધીમે ઉંચે આવતો જાય છે અને આખરે આથમી જાય છે. તે આપણે માથે આવે છે ત્યારે મધ્યાહ્ન થાય છે; એટલે કે પૃથ્વીની યામ્યોત્તર રેષાએ તે હોય છે, અને તેથી બરાબર ઉત્તર દક્ષિણે તે હોય છે. કોઇ પણ દિવસે જે સમયે મધ્યાહ્ન થાય અને પછી તેને બીજે દિવસે જે વખતે મધ્યાહ્ન થાય તે બે દિવસના મધ્યાહ્નના સમયની વચ્ચેનો વખત ખરો નહિ પણ માત્ર ઉપર ઉપરનો દેખાતો અથવા દેખીતો સૌર દિવસ (ઍપેરંટ સોલર ડે) છે.

સરાસરી સૌર દિવસ.

સૂર્યની ચાલ પ્રમાણે સમય માપતાં તેની રોજ ને રોજ ફરતી રહેતી ચાલને લીધે રોજનું દિનમાન જુદું જુદું હોય છે, અને તેવા વર્ષમાંના કોઇ પણ દિવસનું દિનમાન સમયના ધોરણ તરીકે આપણાથી રાખી શકાતું નથી. પરંતુ વર્ષના બધા દિવસોના દિનમાનોનો સરવાળો કરી જે આંકડો આવે તેને વર્ષના દિવસો વતી ભાગી નાખ્યાથી દિનમાનનો સરાસરી વખત આપણને મળે છે. આ દિનમાન ખરેખરૂં હોતું નથી, પણ તે એક દિવસનો સરાસરી સમય હોય છે, ને તેથી તે **સરાસરી સૌર દિવસ** (મીન સોલર ડે) કહેવાય છે. કોઇ વખતે સરાસરી સૌર દિવસ ખરેખરા સૌર દિવસના કરતાં મોટો હોય છે, કોઇ વખતે તે નાનો હોય છે અને કોઇ વેળા તે બન્ને એક સરખા હોય છે. ટુંકામાં કહીએ તો દિનમાનથી હંમેશાં **ખરો નહિ પણ દેખીતો** વખત (ઍપેરંટ ટાઇમ) જણાય છે અને ઘડીઆળથી જણાતો વખત **સરાસરી સમય** છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નાક્ષત્રી દિવસ.

જેવું સૂર્યની બાબતમાં છે તેવું જ તારાઓની અથવા નક્ષત્રોની બાબતમાં પણ હોય છે. તેઓ પણ ઉગે છે, મધ્યમાં આવે છે અને અસ્ત પામે છે. કોઇ પણ ઠેકાણે મધ્યાહ્નનો સૌર સમય દરરોજ જુદો જુદો હોય છે એ આપણે જાણીએ છીએ, પણ નક્ષત્રની એક પછી એક બે ક્રાંતિ વચ્ચેનો સમય તેની તે જગ્યાએ આખું વર્ષ તેનો તે રહે છે. એ અંતર અથવા બે ક્રાંતિ વચ્ચેનો સમય નાક્ષત્રી દિવસ (સાઇડીરિયલ ડે) કહેવાય છે.

પૃથ્વીના ભ્રમણનો સમય.

આગગાડીમાં બેઠાં બેઠાં ખેતરમાંનાં ઝાડ વગેરે દોડતાં જણાય છે તેમ પૃથ્વી પોતાની ધરીની આસપાસ ફરે છે તેને લીધે આકાશમાંનાં નક્ષત્રો ચાલતાં જણાય છે. તેથી આકાશમાં અમુક જગ્યાએ એક નક્ષત્ર જોયું હોય અને પછી તેની તે જ જગ્યાએ તે નક્ષત્રને ફરી પાછું આવતાં જેટલો સમય લાગે તે સમય જાણ્યાથી પૃથ્વીના ભ્રમણનો ખરેખરો વખત આપણે નક્કી કરી શકીએ છીએ. પૃથ્વી અમુક નક્ષત્રની નીચે ફરે છે એવું સ્થિર નક્ષત્ર આપણે નિશાની તરીકે માનવું જ જોઇએ. એથી પૃથ્વીને ફરતાં કેટલો વખત લાગે તે આપણે નક્કી કરી શકીએ. એના બે નક્ષત્રની બે ક્રાંતિ વચ્ચેનો સમય એટલે કે નાક્ષત્રી દિવસ એ જ એ ભ્રમણનો સમય છે. ગમે તે નક્ષત્ર આપણે પસંદ કરીએ તો પણ સમય તો એનો એ જ આવશે. એથી એમ સિદ્ધ થઇ શકે છે કે, પૃથ્વી ઘન પદાર્થ છે, અને તેના પૃષ્ઠ ઉપરના તમામ ભાગોનો કોણીવેગ (ઍંગ્યુલર વેલૅાસિટિ) એનો એ જ હોય છે.

સમયના માપનું ધોરણ.

સરાસરી સૌર દિવસની પેઠે નાક્ષત્રી દિવસના કલાક, મિનિટ ને સેકંડ એવા ભાગ પાડવામાં આવ્યા છે. પરંતુ સરાસરી સૌર દિવસ નાક્ષત્રી દિવસના કરતાં ૪ મિનિટ મોટો હોય છે, તેથી એ માપ એક સરખાં હોતાં નથી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તેટલા માટે સમયનાં માપના ધોરણને માટે કાં તો સરાસરી સૈાર સેકંડનું અથવા નાક્ષત્રી સેકંડનું ધોરણ રાખવું જોઇએ. સરાસરી સૈાર સેકંડનું ધોરણ સૈાર દિવસની સરાસરી અને લંબાઇ ઉપર રહેલું છે, અને નાક્ષત્રી સેકંડનું ધોરણ સ્થિર નાક્ષત્રી દિવસની લંબાઇ ઉપર અથવા પૃથ્વી પોતાની ધરીની આસપાસ જેટલા વખતમાં ફરી રહે છે તે સમય ઉપર રાખવામાં આવ્યું છે. પરંતુ એ બન્ને વખતના માપનું ધોરણ સેકંડ રાખવામાં આવ્યું છે, ને તે બન્ને સમયનો ૮૬૪૦૦ મો ભાગ છે. ભૈાતિકશાસ્ત્રને લગતા સમયના ધોરણ તરીકે સરાસરી સૈાર સેકંડ રાખવામાં આવ્યું છે. સૂર્યના સંબંધમાં એટલે કે આજે જે વખતે સૂર્ય ઉગે અને બીજે દિવસે જે વખતે તે ઉગે તે સમય પૃથ્વીને પોતાની ધરીની આસપાસ ફરવાનો હોય છે એટલે તે સરાસરી સમયનો ૮૬૪૦૦ મો ભાગ સરાસરી સૌર સેકંડ છે.

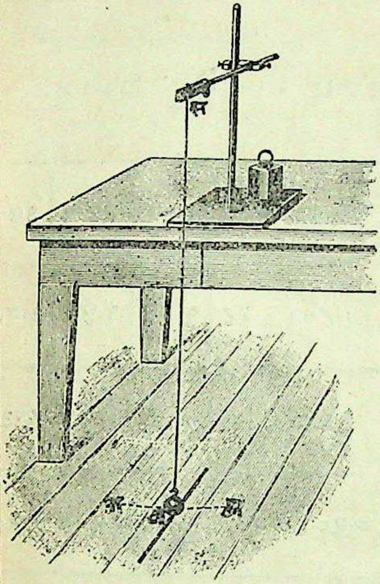
ભાર ન હોય એવા દોરાએ લટકાવેલી ભારે વસ્તુ સાદું લોલક છે. એવાં લોલક ઘડીઆળની અંદર હોય છે. લોલકના આંદોલનના સંબંધમાં ગૅલિલીઓને એવું માલૂમ પડ્યું કે, લોલકનું આંદોલન થોડે સુધીનું અથવા આઘેનું હોય તોપણ તેનો સમય તો તેનો તે જ હોય છે. લોલકને ચાલવાની જગ્યા ટુંકી હોય તો એ પ્રમાણે હોય છે ખરૂં. લોલકના આંદોલનનો સમય શોધી કાઢવો એ કાંઇ સહેલી વાત નથી. કોઇ પણ માણસ એ પ્રયોગ બરાબર કરી શકે તો ભૂમધ્યરેખા ઉપર તથા ઉત્તર અને દક્ષિણ ધ્રુવના છેડાએ કરેલા પ્રયોગોમાં લોલકને આમથી તેમ ચાલતાં જે વખત લાગ્યો હશે તેમાં ફેર પડેલો જણાશે; કારણ કે પૃથ્વીનો આકાર ચોક્ખો ગોળ હોતો નથી. એથી લોલકના આંદોલનનો સમય એક જ રહે એમ કરવું હોય તો ભૂમધ્યરેખાથી ધ્રુવ તરફ જતી વખતે લોલકની દોરીની લંબાઇમાં ફેરફાર કરવો જોઇએ. જે ઠેકાણેથી લોલક લટકાવ્યું હોય ત્યાંથી લોલકના મધ્ય ભાગ સુધીની લંબાઇ ૩૯.૧૩૯ તસુ રાખ્યાથી તે એક સેકંડમાં એક આંદોલન પૂરૂં કરે છે.

સાદાં લોલક.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પાસેની આકૃતિમાં ક અર્ધા તસુના વ્યાસવાળો સીસાનો ગોળ



આકૃતિ. ૯

દડો છે, અને તેને સક દોરીથી લટકતો રાખ્યો છે. જે ઠેકાણેથી એટલે કે સ આગળથી દડો લટકાવ્યો છે ત્યાંથી દડાના મધ્યભાગ સુધીની લંબાઇ એ લોલકની લંબાઇ છે. લોલકની દોરી બરાબર ઓળંબે રહેવી જોઇએ. હવે, એ દડાને પકડીને એક બાજુએ લઇ હાથમાંથી મૂકી દઇએ તો તે અબક નામના ધનુ (આર્ક) ની અંદર આવજા કરશે. તે તેના સૌથી નીચા ક સ્થાનની આસપાસ આંદોલન કરતું કહેવાય છે. **દડો પોતાના સૌથી નીચા સ્થાનમાં પોતાના મધ્યબિંદુની એક જ દિશાએ એક પછી એક ફેરા ખાય** તે વખતે વચ્ચે **જેટલો વખત** જાય **તેને લોલકના આંદોલનનો સમય કહે છે.** કોઇ પણ સ્થળે આવું લોલક ચાલતું હોય ત્યાં સુધી (૧) આંદોલનના સમયને દડાની જાતની સાથે સંબંધ હોતો નથી. (૨) આંદોલનના સમય લંબાઇના વર્ગમૂળના પ્રમાણમાં હોય છે. દાખલા તરીકે લંબાઇ ચાર ગણી કરવામાં આવે તો આંદોલનનો સમય બમણો થાય. આંદોલનના સમયને ત્રણ ગણો કરવો હોય તો લંબાઇ નવ ગણી વધારવી પડે. (૩) આંદોલનનો સમય, જ્યાં સુધી વિસ્તાર ઘણો મોટો ન હોય ત્યાં સુધી તેના વિસ્તારથી સ્વતંત્ર હોય છે, એટલે તેને વિસ્તારની સાથે કાંઇ લાગતું વળગતું હોતું નથી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સાદાં લેાલકથી નીચે પ્રમાણે માપ ઉતર્યાં છે એટલે તે જાણ્યાથી : વિષે વિશેષ જાણી શકાશે.

લેાલકના આંદેાલનની લંબાઇ અને તેનું પ્રમાણ.

લેાલકની લંબાઇ શતાંશમાત્ર પ્રમાણે.	૯૭.૫	૮૬.૪	૮૦.૦	૭૦.૧	૬૦.૦	૪૯.૫	૩
એક પૂર્ણ આંદેાલનનેા સમય (સેકંડમાં દર્શાવેલેા).	૧.૯૮	૧.૮૮	૧.૮૦	૧.૬૮	૧.૫૫	૧.૪૧	૧.
લંબાઇનેા વર્ગમૂળ.	૯.૮૭	૯.૨૯	૮.૯૪	૮.૩૭	૭.૭૫	૭.૦૪	૬.
સમય. / લંબાઇનેા વર્ગમૂળ.	૦.૨૦૧	૦.૨૦૨	૦.૨૦૧	૦.૨૦૧	૦.૨૦૦	૦.૨૦૦	૦.૨

વખત જાણવાનાં સાધનેા.

હાલમાં આપણે મેાટાં અને નાનાં ખીસાં ઘડીઆળથી વખત જાણ છીએ; એટલે તેમને વિષે કંઇક જાણવું જરૂ છે. અસલમાં વખત જાણવાનું સાધન ઘડી હ મેાટાં વાગતાં ઘડીઆળમાં લેાલક હેાય છે, ને તેનાથી ઘડીઆળની ચ નિયમિત રહે છે. ઘડીઆળને ચાવી આપવામાં આવે છે તેથી કમાન છે; અથવા દેારીએ વજન લટકાવેલાં હેાય છે. તેમાં દાંતાવાળાં ચક્રેા હેાય તેના ઉપર કમાનના ઉકલવાથી અથવા એ લટકાવેલાં લેાલક ઉંચા ન થવાથી અસર થાય છે ને તેથી તે ચાલે છે એટલે કાંટા પણ તે પ્ર ફરે છે. ખીસા ઘડીઆળમાં લેાલકને બદલે આંદેાલન કરતું ચક્ર હેાય છે તેને કમાન નિયમિત ચલાવતી હેાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પહેલા પ્રકરણના પ્રશ્નો.

૧. એક સહસ્રમાત્રના કેટલા વાર, ફુટ અને તસુ હશે ?

૨. ૧૫૭૮૦ ફુટના માત્ર બનાવો. (દશાંશની એક જ જગ્યા કાઢવી).

૩. ૬૭૮૦ શતાંશમાત્ર લાંબી દોરીમાંથી ૨·૮ માત્ર લાંબા કેટલા કકડા કરી શકાશે ?

૪. ૭૬૦ સહસ્રાંશમાત્રના તસુ કરો.

૫. ૧ તસુનો ૧ સહસ્રાંશમાત્ર, ૧ ફુટનો ૧ દશાંશમાત્ર અને ૧ તસુનો ૧ શતાંશમાત્ર કેટલામો ભાગ હશે ?

૬. આ ચોપડીનું પાનું તસુ અને શતાંશમાત્ર પ્રમાણે માપી કાઢો અને એ ઉપરથી એક તસુના કેટલા શતાંશમાત્ર હોય છે તે કહો.

૭. ૨૦૦ માત્રના વાર અને ૧ તસુના સહસ્રાંશમાત્ર કાઢો. $\frac{૧}{૧૦૦૦}$ તસુના સહસ્રાંશમાત્ર કેટલા ?

૮. अबकड નામની લીટી દોરી अब, बक, कड, અને अड ને માપી લો ને તે પછી अब, बक, અને कड કકડાઓનાં માપ अड લીટીના સીધેસીધા માપની સાથે સરખાવો.

૯. ટપાલના પત્તાની બાજુઓ તથા કર્ણ (ડાએગોનલ) માપીને પાસે પાસેની બે બાજુઓના વર્ગનો સરવાળો કર્ણના વર્ગની બરાબર છે તે સાબીત કરો.

૧૦. ૨૦ શતાંશમાત્ર લાંબા અને ૨ શતાંશમાત્ર પહોળા પુઠા ઉપર શતાંશમાત્ર અને સહસ્રાંશમાત્રનાં માપ દોરો. બીજો એક સાડા નવ શતાંશમાત્ર લાંબો પુઠાનો કકડો લેઇ તેના એક સરખા વીસ ભાગ કરો. એ બન્ને પુઠાંને 'વર્નિયર' ના માપ પ્રમાણે કે સહસ્રાંશમાત્રના માપ પ્રમાણે ગોઠવો.

૧૧. પૈસાનો વ્યાસ તથા પરિધિ માપી કાઢી એ બે વચ્ચેનો સંબંધ શો છે તે કહો.

૧૨. ચાના અથવા ગુંદના ડાબડાનું પરિધિ માપીને તેનો વ્યાસ શોધી કાઢો.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૧૩. પુઠ્ઠામાંથી ૧ સહસ્ત્રાંશમાત્રના માપની ફાચર કાપી કાઢો અને પછી એનાથી આંગળીની વીંટીની અંદરનો વ્યાસ માપો.

૧૪. લંબાઇના એકમનો અથવા માપના ધોરણનો અર્થ શો હશે? એવું ધોરણ હોવાની શી જરૂર?

૧૫. ત્રણ નાની મોટી લીટી દોરી તેમના તસુ તથા શતાંશમાત્ર કાઢો અને જે જવાબ આવે તે ઉપરથી એક તસુના શતાંશમાત્ર કેટલા હશે તેની સરાસરી કાઢો.

૧૬. એક વર્તુલ દોરી તેનો વ્યાસ તથા પરિઘ માપી લો અને પછી વ્યાસથી પરિઘ કેટલા ગણો હોય છે તે કહો.

૧૭. તમારી પેન્સિલનો પરિઘ અને તેનો વ્યાસ માપી લો અને પછી વ્યાસથી પરિઘ કેટલા ગણો છે તે કહો.

૧૮. નાની નળીનો વ્યાસ માપવાને માટે ફાચર બનાવો.

૧૯. દેખીતા સૈાર દિવસની અને સરાસરી સૈાર દિવસની વચ્ચે શો તફાવત છે?

૨૦. સમય માપવાને માટે ધોરણ કયું છે? પૃથ્વીના ભ્રમણની સાથે તેનો શો સંબંધ છે તે કહો.

૨૧. સાદા લોલકનું વર્ણન કરો અને તેની લંબાઇની અને તે જે દર પ્રમાણે ચાલે છે તેની વચ્ચે શો સંબંધ છે તે કહો.

૨૨. નાક્ષત્રી સમય અને સરાસરી સમય એટલે શું સમજો છો?

૨૩. એક સેકંડના લોલકની લંબાઇ ૩૯.૧૪ તસુ છે. તો એ જ જગ્યાએ એક સેકંડમાં આવજા કરે એવા લોલકની લંબાઇ કેટલી હશે?

૨૪. ૪ શેર વજનનો દડો ૪ ફુટ લાંબી દોરીથી લટકાવ્યો છે; અને બીજો ૧ શેર વજનવાળો દડો ૧૬ ફુટ લાંબી દોરીએ લટકાવ્યો છે, એ બે લોલકનાં આંદોલનના સમયની સરખામણી કરો.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

२२९६० ५५ ५१ २६ २०.३.२००२

પ્રકરણ બીજું.

ક્ષેત્રફળનું માપ.

ક્ષેત્રફળ અને તેના માપનું ધોરણ.

કાગળ ઉપર ગોળ, ચોરસ, લંબચોરસ કે એવી કોઇ આકૃતિ દોરીએ તો એ આકૃતિની હદની લીટીની અંદર જે જગ્યા આવેલી હોય તે એ આકૃતિનું ક્ષેત્રફળ છે. આકૃતિ કેવડી છે તે તો તેની લંબાઇ અને પહોળાઇ જાણ્યાથી કહી શકાય. વસ્તુની એકલી લંબાઇ માપ્યાથી તેનું ક્ષેત્રફળ નીકળતું નથી, પણ તેની લંબાઇ અને પહોળાઇ બન્ને માપવાં પડે છે, એટલું જ નહિ, પણ તે એ માપનો ગુણાકાર કરવો પડે છે. વસ્તુની લંબાઇ અને પહોળાઇનો ગુણાકાર એ તે વસ્તુનું ક્ષેત્રફળ છે. કાગળનો કકડો, મેજ ઉપરનું પાટીઉં એવી ગમે તે વસ્તુ માપવી હોય તો માપનું ધોરણ નક્કી કરી તેના ચોરસ માપના જેટલા કકડાઓથી તે વસ્તુ ઢંકાઇ રહે તે કકડાઓ ગણી કાઢ્યાથી એ વસ્તુના મથાળાનું ક્ષેત્રફળ નીકળશે. આવાં અચોક્સ માપનાં ધોરણ રાખવાને બદલે ચોરસ ફુટ, ચોરસ સેંટીમીટર અથવા ચોરસ શતાંશમાત્ર એ માપ સ્વીકારવામાં આવ્યાં છે. વસ્તુનું ક્ષેત્રફળ હંમેશાં લંબાઇ, પહોળાઇ એમ ગમે તે બે બાજુઓનો ગુણાકાર છે. આથી ક્ષેત્રફળના માપના ધોરણનો આધાર માપવાની વસ્તુના કદ ઉપર રહેલો છે. દૃષ્ટાંત તરીકે દેશનું ક્ષેત્રફળ કાઢવું હોય તો ચોરસ માઇલનું અથવા ચોરસ ગાઉનું, ખેતરના ક્ષેત્રફળને માટે એકરનું અને ઓરડાના ક્ષેત્રફળને માટે ચોરસવારનું અથવા ચોરસફુટનું એમ ધોરણ રાખવાં પડે છે. એ સાથે એટલું પણ ખરૂં કે, લંબાઇ અને પહોળાઇ એક જ જાતના ધોરણ પ્રમાણે હોવી જોઇએ. એમ છતાં તે જુદા જુદા ધોરણ પ્રમાણેની હોય તો તેને એકજ ધોરણની બનાવી લેવી જોઇએ.

गुरुकुल कांगड़ी

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દશાંશ પદ્ધતિ પ્રમાણે કોઈપણ વસ્તુના ક્ષેત્રફળનું એકમ, તેની બન્ને બાજુઓ એક શતાંશમાત્રની માની લીધેલી હોવાથી **ચોરસ શતાંશમાત્ર** હોય છે. એ જ પ્રમાણે 'મેટ્રિક' પદ્ધતિ પ્રમાણે ચોરસ સેંટીમીટર અને અંગ્રેજી પદ્ધતિ પ્રમાણે ચોરસ યાર્ડ કે ચોરસ ઈંચ હોય છે.

મેટ્રિક પદ્ધતિ પ્રમાણે ક્ષેત્રફળના માપના ધોરણનાં કોષ્ટક.

૧૦૦ ચોરસ સેંટીમીટર=૧ ચોરસ ડેસીમીટર.
૧૦૦૦૦ ચોરસ સેંટીમીટર=૧ ચોરસ મીટર.
$\frac{૧}{૧૦૦}$ ચોરસ સેંટીમીટર=૧ ચોરસ મીલીમીટર.

અંગ્રેજી પદ્ધતિ.

૯ ચોરસ ફુટ=૧ ચોરસયાર્ડ.
૪૮૪૦ ચોરસયાર્ડ=૧ એકર.
૬૪૦ એકર =૧ ચોરસમાઇલ.
$\frac{૧}{૧૪૪}$ ચોરસફુટ =૧ ચોરસ ઈંચ અથવા ચોરસ તસુ.

દેશી દશાંશપદ્ધતિ.

૧૦૦ ચોરસ શતાંશમાત્ર=૧ ચોરસ દશાંશમાત્ર.
૧૦૦૦૦ ચોરસ શતાંશમાત્ર=૧ ચોરસમાત્ર.
$\frac{૧}{૧૦૦}$ ચોરસ શતાંશમાત્ર=૧ ચોરસ સહસ્રાંશમાત્ર.

જુદાં જુદાં ધોરણો વચ્ચેની સરખામણી.

૧ ચોરસ શતાંશમાત્ર=૦·૧૫૫ ચોરસ તસુ.
૧ ચોરસ માત્ર=૧·૧૯૬ ચોરસ વાર.
૧ ચોરસ તસુ=૬·૪૫ ચોરસ શતાંશમાત્ર.
૧ ચોરસ વાર=૦·૮૩૬ ચોરસ માત્ર.
૧ ચોરસ ફુટ=૯૨૯ ચોરસ શતાંશમાત્ર.

માપની ભૂલ.

એક ચોરસ દશાંશમાત્રના માપની આકૃતિ દોરી તેના ચોરસ શતાંશમાત્ર પ્રમાણે ભાગ પાડયાથી તથા એ બધા ભાગો ગણી જોયાથી એ ચોરસનું ક્ષેત્રફળ લંબાઇના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અને પહોળાઇના ગુણાકારના આંકડા જેટલું જ આવશે. પરંતુ ચોક્કસ લંબાઇ માપતા વખતે ભૂલ થવાનો સંભવ રહે છે, તેથી લંબાઈ અને પહોળાઇ એ બેનો ગુણાકાર કરતાં તે ચૂક પણ રહેવાની જ. દૃષ્ટાંત તરીકે, એક તસુ લાંબી લીટી સહસ્રાંશમાત્ર પ્રમાણે માપતાં વખતે તે ૨.૫૪ શતાંશમાત્ર ઉતરે. એની એ લીટી ફરીથી માપી જોતાં તે વખતે ૨.૫૫ શતાંશમાત્ર પણ થાય. આથી કરીને માપના અંદર જે ચૂક આવે તે ૨૫૦ માં ૧ જેટલી હોય. આવી રીતે એક ચોરસ તસુ ક્ષેત્રફળનું માપ લેતાં તે કાં તો ૬.૪૫૧૬ ચોરસ શતાંશમાત્ર અથવા ૬.૫૦૨૫ શતાંશમાત્ર આવે અને તેથી જે ભૂલ આવે તે એ પ્રમાણે વધતી જ જાય. તેટલા માટે દશાંશના ત્રણ આંકડા કરતાં જેટલા આંકડા વધારે કાઢવામાં આવે તે વિશ્વાસપાત્ર ગણાતા નથી; તેટલા માટે જવાબ કાઢતાં દશાંશના ત્રણ આંકડાથી વધારે આંકડા કાઢવા નહિ.

નિયમિત (રેગ્યુલર) **ચોરસ કે લંબચોરસ આકૃતિનાં ક્ષેત્રફળ:—ચોરસ**–ચોરસનું ક્ષેત્રફળ તેની લીટીની લંબાઇના આંકડાને એના એ જ આંકડાવતી ગુણ્યાથી નીકળે છે. દૃષ્ટાંત તરીકે अबकड ચોરસની બાજુઓ પાંચ શતાંશમાત્રની હોય તો अब લીટીના અને कड લીટીના એક એક શતાંશમાત્ર જેવડા એક સરખા પાંચ ભાગ પાડવા અને પછી લીટીઓ દોરી લીધાથી તેના ૨૫ ચોરસ કકડાઓ પડેલા જણાશે; અને તેથી એ ચોરસનું ક્ષેત્રફળ ૨૫ શતાંશમાત્રનું હોય છે.

ચોરસની બાજુનું માપ બરાબર પાંચ શતાંશમાત્ર ન હોય, પણ તે, ધારો કે, ૫·૬ શતાંશમાત્ર હોય તો ૫·૬ ની સાથે ૫·૬ નો ગુણાકાર કરવો અથવા શતાંશમાત્રના સહસ્રાંશમાત્ર કરીને પછી તેમનો ગુણાકાર કરવો. અહીં એટલું કહેવાનું કે, ૫·૬×૫·૬=૩૧·૩૬ છે. પણ લીટી ૫·૬૨ હોય તો ૫·૬૨×૫·૬૨=૩૧·૫૮૪૪ ચોરસ શતાંશમાત્ર આવે, પણ ૩૧·૫૮૪૪ લખવાને બદલે ૩૧·૬ શતાંશમાત્ર લખવાનો રિવાજ છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

લંબચોરસ અથવા ચોખૂણ (રેક્ટેંગલ)નું ક્ષેત્રફળ—લંબ ચોરસ અથવા ચોખૂણનું ક્ષેત્રફળ પણ લંબાઇ અને પહોળાઇના ગુણા કારની બરાબર છે. એ આકૃતિ ૫ તસુ લાંબી અને ૩ તસુ પહોળી હો તો ૫×૩=૧૫ ચોરસ તસુ તેનું ક્ષેત્રફળ હોય છે.

સમાંતરબાજુચોખૂણનું (પૅરેલેલોગ્રામ) ક્ષેત્રફળ—સમાંતરબાજુ ચોખૂણના પાયાની લંબાઇને ઓળંબે આવેલી ઉંચાઇ એટલે કે આલંબન ઉંચાઇના આંકડાએ ગુણ્યાથી તેનું ક્ષેત્રફળ નીકળે છે.

अबकड નામનો સમાંતરબાજુચોખૂણ દોરવો અને પછી અ લીટી લંબાવીને તેને આલંબ રહે એવી डइ અને कफ નામની લીટીએ તેના પર દોરવી. હવે अडइ નામનો ત્રિકોણ એ આકૃતિમાંથી કા કાઢવામાં આવે અને તે કકડાને कबफ કકડા ઉપર મૂકવામાં આવે તો ત્યાં સમાઇ રહેશે. આ પ્રમાણે જોતાં સમાંતરબાજુચોખૂણનું ક્ષેત્રફ इफकड નામના લંબચોરસના ક્ષેત્રફળની બરાબર હોય છે, અને अब અને डइ એ બેના ગુણાકારની બરાબર છે.

સમાંતરબાજુ ચોખૂણનું ક્ષેત્રફળ=પાયો×આલંબની ઉંચાઇ.

ત્રિકોણનું ક્ષેત્રફળ—કોઇ પણ સમાંતરબાજુચોખૂણ દોરીને તે ખૂણે ખૂણેથી કાપી કાઢ્યાથી તેના બે ત્રિકોણ પડશે. એ બન્ને ત્રિકોણ એક ઉપર એક ગોઠવી જોયાથી તે બન્ને એક સરખા માલૂમ પડશે. તેટલ માટે સમાંતરબાજુચોખૂણનો અર્ધો ભાગ ત્રિકોણ હોય છે, અને તે તેનું ક્ષેત્રફળ પાયાની લંબાઇને આલંબની ઉંચાઇવતી ગુણી નાખી તે અર્ધું કર્યાથી નીકળે છે.

$$\text{ત્રિકોણનું ક્ષેત્રફળ} = \frac{\text{પાયાની લંબાઈ} \times \text{આલંબની ઉંચાઇ}}{૨}$$

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ચાર બાજુવાળી કોઇ પણ આકૃતિનું અથવા બહુકોણ (પૉલિગન) આકૃતિનું ક્ષેત્રફળઃ—એ જ પ્રમાણે ગમે તેવા આકારવાળી બહુકોણ આકૃતિ હોય તો પણ તેના પણ એવા જ ત્રિકોણ કાપી કાઢી તે બધા ત્રિકોણના ક્ષેત્રફળનો સરવાળો કર્યાથી તેનું ક્ષેત્રફળ કાઢી શકાય છે.

$$\text{આકૃતિનું ક્ષેત્રફળ} = \text{ત્રિકોણનો આલંબ} \times \frac{\text{બધા પાયાઓનો સરવાળો}}{૨}$$

અથવા ઘણી બાજુઓવાળી બહુકોણ આકૃતિનું ક્ષેત્રફળ = $\frac{૧}{૨}$ × બાજુઓની સંખ્યા × એક બાજુની લંબાઈ × મધ્યબિંદુથી બાજુ સુધી દોરેલા આલંબની લંબાઇ.

વર્તુલનું ક્ષેત્રફળઃ—આ ઉપરથી વર્તુલનું ક્ષેત્રફળ નીકળી શકે છે. કારણ કે તેને આપણે ઘણી જ ટુંકી સંખ્યાબંધ બાજુઓવાળી બહુકોણ આકૃતિ કહી શકીએ. બહુકોણનું ક્ષેત્રફળ $\frac{૧}{૨}$ × બાજુઓની સંખ્યા × એક બાજુની લંબાઇ × મધ્યબિંદુથી બાજુ ઉપર દોરેલા આલંબની ઉંચાઇ કે લંબાઇ છે; એટલે તે $\frac{૧}{૨}$ પરિમિતિ (પેરિમીટર) × મધ્યબિંદુથી બાજુ ઉપરના આલંબની લંબાઇની બરાબર હોય છે. પણ બાજુઓની સંખ્યા ઘણી જ વધારવામાં આવે તો પરિમિતિ વર્તુલના પરિધની બરાબર થઈ જશે અને મધ્યબિંદુથી બાજુએ દોરેલો આલંબ વર્તુલની ત્રિજ્યાની બરાબર હશે. તેથી

વર્તુલનું ક્ષેત્રફળ = $\frac{૧}{૨}$ × વર્તુલનું પરિધ × ત્રિજ્યા.

પરંતુ વર્તુલનું પરિઘ = $\frac{૨૨}{૭}$ × વર્તુલનો વ્યાસ છે.

તેથી વર્તુલનું ક્ષેત્રફળ = $\frac{૧}{૨}$ × $\frac{૨૨}{૭}$ × વ્યાસ × ત્રિજ્યા.

= $\frac{૧}{૨}$ × $\frac{૨૨}{૭}$ × ૨ ત્રિજ્યા × ત્રિજ્યા.

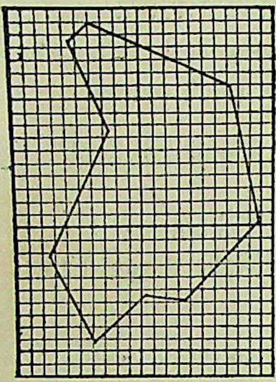
= $\frac{૨૨}{૭}$ × (ત્રિજ્યા) ^{૨}.

એ જ પ્રમાણે વર્તુલના કોઇ પણ કટકાનું ક્ષેત્રફળ $\frac{૧}{૨}$ × ધનુ (આર્ક) × ત્રિજ્યાની બરાબર છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અનિયમિત આકૃતિનાં ક્ષેત્રફળ–ચોરસ લીટીઓ દોરેલા કાગળ ઉપર ગમે તેવી અનિયમિત આકૃતિ દોરવામાં આવે છે. એ લીટીઓ ઘણું ખરૂં એક ચોરસ તસુમાં દસ આડી અને દસ ઉભી દોરેલી હોય છે. એટલે દરેક ચોરસ ક્ષેત્રફળ $\frac{1}{100}$ ચોરસ તસુ હોય છે. એ પછી એ આકૃતિમાં જેટલા ચોરસ તસુ હોય તે ગણી લેવામાં આવે છે. પરંતુ એ પ્રમાણે ગણતાં કોઈ અર્ધો ચોરસ આકૃતિની અંદર આવતો હોય તો તેને આખો ચોરસ ગણી લેવામાં આવે છે અને જે ભાગ આકૃતિની સહેજ બહાર હોય તેની અથવા અર્ધાથી ઓછા ચોરસના ભાગની ગણત્રી કરવામાં આવતી નથી. આમ કર્યાથી એ અનિયમિત આકૃતિનું સરાસરી માપ નીકળે છે.



આકૃતિ ૧૦.

(૨) એવી આકૃતિને તોળ્યાથી પણ તેનું ક્ષેત્રફળ નીકળી શકે છે. દાખલા તરીકે દસ શતાંશમાત્ર બાજુવાળો ચોરસ જાડા પુઠ્ઠામાંથી કાપી કાઢવો અને પછી તેને તોળી લેવો. હવે એ ક્ષેત્રફળને વજન વતી ભાગ્યાથી એ પુઠ્ઠાના એક ગ્રામનું ક્ષેત્રફળ ચોરસ શતાંશમાત્રમાં આવે છે. હવે જે ક્ષેત્રફળ નક્કી કરવાનું હોય છે તેની આકૃતિ એ જ પુઠ્ઠા ઉપર દોરવામાં આવે છે, ને તે પછી તેને કાપી કાઢી તેનું વજન લેવામાં આવે છે. આ રીતે ક્ષેત્રફળનો અંદાજ આંકડો કાઢી શકાય છે.

ગોળાકાર પદાર્થોની સપાટીનું ક્ષેત્રફળ–માપવાનો પદાર્થ નળી અથવા ભુંગળા જેવો હોય તો તેનાપર સીધી લીટી ઉભી દોરવી. અહીંથી તેને કાપી કાઢી ચપટો ગોઠવ્યો હોય તો તેની સપાટીનું ક્ષેત્રફળ તેના વ્યાસ, તેની ઉંચાઈ અને $\frac{22}{7}$ એ ત્રણના ગુણાકાર જેટલું ઉતરશે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નળાકાર પદાર્થોનું ક્ષેત્રફળ = $\frac{૨૨}{૭}$ × વ્યાસ × ઉંચાઈ.

શંકવાકારની સપાટીનું ક્ષેત્રફળ:—પાયાના પરિઘની સાથે અર્ધો અર્ધ તિર્યક ઉંચાઇનો ગુણાકાર કર્યાથી શંકવાકારનું ક્ષેત્રફળ નીકળે છે.

ગોળાકારની સપાટીનું ક્ષેત્રફળ; ૪ × $\frac{૨૨}{૭}$ × ગોળ પદાર્થની ત્રિજ્યા.

સૂચ્યાકારનું ક્ષેત્રફળ; $\frac{૧}{૨}$ × તિર્યક ઉંચાઇ × પાયાની પરિમિતિ.

બીજા પ્રકરણને લગતા પ્રશ્નો.

૧. નીચે પ્રમાણેનાં માપ ઉપરથી લંબચોરસનાં ક્ષેત્રફળ કાઢો; ૧.૨ માત્ર × ૭૫ શતાંશમાત્ર; ૧.૨૫ ફુટ × ૧૦ તસુ; ૨.૦૪ માત્ર × ૪.૪ માત્ર.

૨. નીચે આપેલા લંબચોરસની બીજી બાજુની લંબાઇ શોધી કાઢો; ક્ષેત્રફળ ૩.૫૪ માત્ર ને લંબાઇ ૫૯ શતાંશમાત્ર; ક્ષેત્રફળ ૨૨૫ ચોરસ ફુટ નેલંબાઇ ૫ વાર.

૩. (૧) ૪ શતાંશમાત્ર ઘનના અને (૨) ચાર છૂટા છૂટા ઘન શતાંશમાત્રના પૃષ્ઠનું ક્ષેત્રફળ કાઢો.

૪. એક એકરની અંદર કેટલા ચોરસ માત્ર હોય તે કહો.

૫. દસ દોરાના ચોરસવાળા આંકેલા કાગળ ઉપર ૧૦ શતાંશમાત્રની બાજુઓવાળા ચોરસ દોરી ૧ ચોરસ તસુની અંદર કેટલા ચોરસ શતાંશમાત્ર હોય તે ગણી કાઢો.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૬. વર્તુલની પરિમિતિ ચોરસની પરિમિતિની બરાબર છે તો બંનેના ક્ષેત્રફળ સરખાવો.

૭. ચોરસ આંકેલા કાગળ ઉપર ૬૦°, ૪૫° અને ૩૦° ના વર્તુલાકાર ધનુ દોરો. એ પ્રત્યેક વર્તુલખંડની ત્રિજ્યા અનુક્રમે ૧૦, ૧૨ અને ૧૫ શતાંશમાત્ર છે, તો ચોરસ ગણી કાઢીને એમનાં ક્ષેત્રફળ કાઢો અને પછી માપકરણના નિયમે જે જવાબ આવે તેની સાથે આ જવાબ સરખાવો.

૮. પૃથ્વીની ત્રિજ્યા ૪૦૦૦ ગાઉની છે એમ માની એ ગોળાકાર પૃથ્વીના પૃષ્ઠનું ક્ષેત્રફળ કેટલું હશે તે કહો.

૯. ૧ માત્ર ૩૯.૩૭૧ તસુની બરાબર છે અને તે પૃથ્વીના ઉપલા છેડાથી તેની મધ્ય રેખા સુધીની લંબાઈનો એક લાખાંશમો ભાગ છે, તો પૃથ્વીનો પરિઘ કેટલા ગાઉ હશે તે શોધી કાઢો.

૧૦. એક માઈલ લાંબી ગોળાકાર વાડના અંદરનું ક્ષેત્રફળ કાઢો.

૧૧. એક કૂવો ૧૦૦ ફુટ ઉંડો છે. એ કૂવા ઉપર ૮ તસુના વ્યાસની ગોળ ગરેડી છે તો તે કૂવાની તળિયે પહોંચે એવડા દોરડાના કેટલા થર તેના ઉપર વીંટળાયેલા હશે ?

૧૨. ૧૦૦ વાર ત્રિજ્યાવાળા ગોળાકાર ખેતરની કોરે કોરે ૮ વારને અંતરે ઝાડ રોપ્યાં હોય તો કેટલાં ઝાડ રોપી શકાશે ?

૧૩. ૧૨૫ ફુટ વ્યાસના ગોળાકાર ખેતરની બહારની બાજુએ ૭½ ફુટ પહોળો ગોળ રસ્તો આવેલો છે, તો એ રસ્તાનું ક્ષેત્રફળ કેટલા ચોરસ હશે તે કાઢો.

૧૪. એક દિવસ વાયુભારમાપક યંત્રનું માપ નીચે પ્રમાણે લેવામાં આવ્યું હતું;

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વખત	સવારના ૮	સવારના ૯	સવારના ૧૦	સવારના ૧૧	બપોરના ૧૨
વાયુભારમાપક યંત્ર.	૭૪૩·૬ સહસ્રાંશ માત્ર.	૭૪૨·૪ સહસ્રાંશ માત્ર.	૭૪૧·૬ સહસ્રાંશ માત્ર.	૭૪૧·૨ સહસ્રાંશ માત્ર.	૭૪૫·૭ સહસ્રાંશ માત્ર.

હવે ચોરસ આંકેલા આગળ ઉપર એ માપ પ્રમાણે ચિહ્નો કરીને લીટીઓ દોરી એ બધાં ચિહ્નો જોડી દો. લીટી દોર્યા પછી તેની નીચેની જગ્યાનું ક્ષેત્રફળ કાઢો અને એ ક્ષેત્રફળ ઉપરથી વાયુભારમાપક યંત્રની અંદરના પારાની ઉંચાઇ સવારના ૮ અને બપોરના બાર વાગ્યાની વચ્ચે કેટલી હશે તે શોધી કાઢો.

૧૫. શંકવાકારના હેઠલા ભાગનો વ્યાસ ૧ ફુટ છે તથા તેની તિર્યક ઉંચાઇ ૮ તસુ છે, તો એ ઘનાકૃતિના આખા પૃષ્ઠનું ક્ષેત્રફળ કાઢો.

૧૬. ૧૮ તસુ વ્યાસવાળા ગોળ પદાર્થને ઢાંકવાને માટે કેટલા ચોરસ તસુ પતરાના કકડા જોઇશે ?

૧૭. ચોરસ બાજુવાળા સૂચ્યાકારના તળિયાના ભાગની એક બાજુ ૧૨ ફુટની છે અને તેની તિર્યક ઉંચાઇ ૨૫ ફુટ છે તો એ આકૃતિનું પૃષ્ઠ કેટલું હશે ?

૧૮. એક ગોળ મિનારાનો વ્યાસ ૫૦ ફુટ છે ને તે ૧૨૦ ફુટ ઉંચો છે. તેના ઉપર ૩૦ ફુટ ઉંચું શંકવાકારનું મથાળું છે, તો એના બહારના પૃષ્ઠનું ક્ષેત્રફળ કાઢો.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

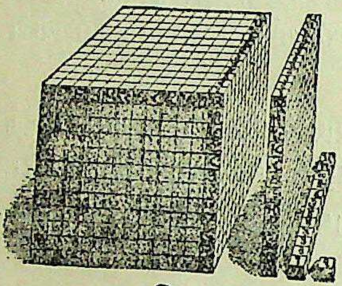
પ્રકરણ ત્રીજું.

ઘનફળનું માપ.

ઘનફળનો અર્થ.

કોઇ પણ પદાર્થને સમાઇ રહેવાને માટે જેટલી જગ્યા જોઇએ તે જગ્યા તેનું ઘનફળ અથવા કદ કહેવાય છે. સપાટીનું ક્ષેત્રફળ લંબાઇ અને પહોળાઇ એ એના ગુણાકારથી નીકળે છે એ આપણે જોયું.

એ જ પ્રમાણે લંબાઇ, પહોળાઇ અને ઉંચાઈ એ ત્રણના ગુણાકારથી ઘનફળ (વૉલ્યુમ) નીકળે છે. એ બાજુનો ગુણાકાર ચોરસ કહેવાય છે, તેમ ત્રણ બાજુઓનો ગુણાકાર ઘન કહેવાય છે. કોઇ પણ ઘનની બાજુઓ ગણી જોયાથી તે છ હોવાનું જણાશે. હવે એ બધી બાજુઓએ એક તસુ જેવડી આડી અને ઉભી લીટી દોરીએ તો એક ઘનફુટ ઘનનું ક્ષેત્રફળ ૧૨×૧૨×૧૨=૧૭૨૮ ઘન તસુ આવશે. એ જ પ્રમાણે એક ઘનવાર ઘનનું ક્ષેત્રફળ ૩×૩×૩ ફુટ = ૨૭ ઘટફુટ થશે.



આકૃતિ ૧૧.

ઘનફળનું 'મેટ્રિક' અને દશાંશ ધોરણ પ્રમાણે માપ.

એ જ પ્રમાણે 'મેટ્રિક' પદ્ધતિના લંબાઇના માપ ઉપરથી વસ્તુના ઘનફળનું માપ કાઢી શકાય છે. એજ પ્રમાણે દશાંશની પદ્ધતિ પ્રમાણે પણ માપ નીકળી શકે. આપણે એટલું જાણીએ છીએ કે ૧ મીટર ૧૦ ડેસીમીટર જેવડો અથવા ૧ માત્ર ૧૦ દશાંશમાત્ર જેવડો હોય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે, તેથી ૧ ઘનમાત્ર ૧૦×૧૦×૧૦=૧૦૦૦ દશાંશમાત્ર હોય છે. પરંતુ ઘન દશાંશમાત્ર અથવા ૧૦૦૦ ઘન શતાંશમાત્ર ૧ ' લીટર ' કહેવાય છે, અને તે પ્રવાહી તથા વાયુરૂપી પદાર્થોનું માપ કાઢતી વખતે વપરાય છે. વળી આપણે એટલું પણ જાણીએ છીએ કે, ૧ તસુ = ૨.૫૪ સેંટીમીટર અથવા શતાંશમાત્ર છે, અને ૧ ચોરસ તસુ ૨.૫૪×૨.૫૪=૬.૪૫ ચોરસ સેંટીમીટર અથવા શતાંશમાત્ર છે, તેથી ૧ ઘન સેંટીમીટર અથવા ઘન શતાંશમાત્ર $\frac{૧}{૧૬.૩૮}$ ઘન તસુની બરાબર હોય છે. એ જ પ્રમાણે ૧ ઘન મીટર અથવા ૧ ઘન માત્ર ૧.૩૦૮ ઘન વાર છે. એક લીટર ૧.૭૬ અથવા ૧$\frac{૩}{૪}$ પાંઇટ હોય છે, ને એક પાંઇટ $\frac{૪}{૭}$ લીટરની બરાબર છે.

૧૦૦૦૦૦૦ ઘન શતાંશમાત્ર = ૧ ઘનમાત્ર.

૧૦૦૦ ઘન શતાંશમાત્ર = ૧ ઘન દશાંશમાત્ર.

$\frac{૧}{૧૦૦૦}$ ઘન શતાંશમાત્ર = ૧ ઘન સહસ્રાંશમાત્ર.

ઘનફળ અને ગુંજાના માપના ધોરણો.

અંગ્રેજી પદ્ધતિ પ્રમાણે એક ' ગૅલન ' ને ગુંજાશના અને ઘનફળના માપનું ધોરણ રાખવામાં આવ્યું છે. ફાહ્રનહાઇટ ઉષ્મામાપકયંત્રના માપ પ્રમાણે ૬૨ અંશ ઉષ્ણતામાને ૧૦ શેર (પાઉંડ) પાણી જેટલી જગ્યામાં સમાય તે ઘનફળ ' ગૅલન ' કહેવાય છે. પરંતુ જેમ બીજા બધા પદાર્થો ગરમ થયાથી વધે છે તેમ પાણી પણ ઉનું થયાથી વધે છે; તેટલા માટે તેનું ઉષ્મામાન અથવા ઉષ્ણતામાન કહેવાની આપણને જરૂર પડે છે. ૧ ઘનફુટ ૬$\frac{૧}{૪}$ ગૅલન જેટલો હોય છે. એક ઘનફુટ ઠંડા પાણીનું વજન એક હજાર આઉંસ કે અધોળ અથવા ૬૨.૫ શેર કે પાઉંડ થાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

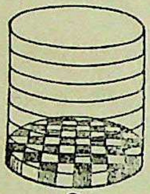
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દશાંશ પદ્ધતિ પ્રમાણે દળનું એકમ સહસ્ત્રાંશગ્રામ રાખવામાં આવ્યું છે ને તેને સેાના માપવાળા ઉષ્ણતામાપકના ૪ અંશે એક લીટર એટલે કે ૧૦૦૦ ઘનશતાંશમાત્ર પાણીનું દળ માન્યું છે. આથી અમુક ગ્રામ પાણીના દળનેા આંકડેા ઘન શતાંશમાત્ર પ્રમાણે ઘનફળના આંકડાની લગભગ બરાબર હોય છે.

દશાંશ પદ્ધતિ પ્રમાણે દળના અને ગુંજાશના એકમેા વચ્ચેની સરખામણી.

સમાંતરબાજુચેાખૂણ આકૃતિવાળા ઘન પદાર્થનું ક્ષેત્રફળ પાયેા અને ઉંચાઇ એ બેના ગુણાકારથી નીકળે છે એ આપણે ઉપર જોઇ ગયા છીએ. એકાદ ભુંગળું લઇ તેના એક સરખા અમુક માપ પ્રમાણેના કકડા પાડીએ અને પછી તે દરેક કકડા ઉપર પણ એજ માપ પ્રમાણેના આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણેના ચેારસ પાડીએ તેા તે બધાની ગણત્રી કરતાં આખરે આપણને જણાશે કે, ભુંગળાના હેઠલા ભાગની ત્રિજ્યાનેા વર્ગ કરી ૨૨/૭ વતી ગુણીને એ બધાને ઉંચાઇવતી ગુણવાથી ભુંગળાનું ઘનફળ નીકળે છે. તેથી

ભૂમિતિના નિયમે ઘન ફળ નક્કી કરવાની રીત.

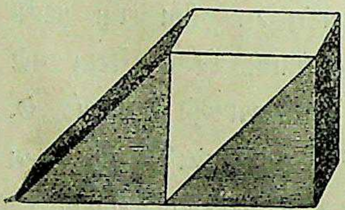


આકૃતિ ૧૨.

નળાકાર વસ્તુનું ઘનફળ = ૨૨/૭ × ત્રિજ્યા^{૨} × ઉંચાઇ.

ઘનાકૃતિ અથવા સમખાત આકૃતિ આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણેના બે ત્રિકેાણ પાસે પાસે ગેાઠવ્યાથી બનાવી શકાય. એ દરેક આકૃતિમાં ઘનફળ, પાયેા અને ઉંચાઇ એનાં એ જ હોય છે; એટલે ઘનાકૃતિનું ઘનફળ પાયાના, ક્ષેત્રફળના અને ઉંચાઇના ગુણાકારની બરાબર હેાય છે; તેા પછી **સમખાત આકૃતિનું ઘનફળ** પણ પાયાના ક્ષેત્રફળની અને ઉંચાઇના ગુણાકારની બરાબર હેાય છે.

સમખાત અથવા છ બાજુવાળી વસ્તુનું ક્ષેત્રફળ



આકૃતિ. ૧૩.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

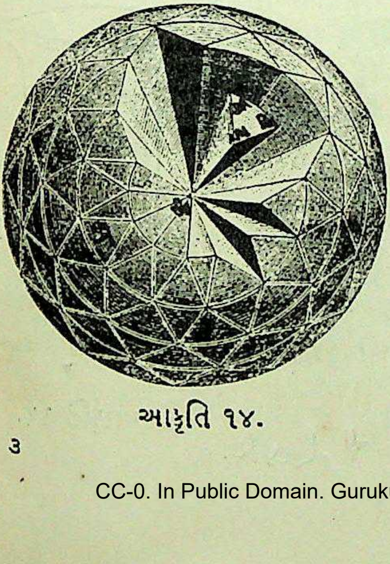
સમખાત આકૃતિનું ઘનફળ = પાયાનું ક્ષેત્રફળ × ઉંચાઇ.

સૂચ્યાકાર (પિરામિડ)નું ઘનરૂપ. આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એક ઘન છ સૂચ્યાકારનો બનેલો હોય છે, તેથી એમાંના એકાદ સૂચ્યાકારનુ ઘનફળ ગમે તે કકડાના ઘનફળ જેટલું હોય છે; કારણ કે એ દરેક કકડો ઘનાકૃતિના ઘનફળનો છઠ્ઠો ભાગ હોય છે. કકડાનું અથવા ચોસલાનું ઘનફળ પાયાનો અને ઉંચાઇનો ગુણાકાર હોય છે અને તે સૂચ્યાકારની ઉંચાઇનો ત્રીજો ભાગ હોય છે; તેટલા માટે ચોરસ ઉપરના સૂચ્યાકારનું ઘનફળ પાયાનો અને ત્રીજા ભાગની ઉંચાઇનો ગુણાકાર હોય છે. આ નિયમ બધી જાતના સૂચ્યાકારને લાગુ પડે છે.

શંકવાકારનું ઘનફળ:—શંકુને આપણે ઘણી બાજુઓવાળો સૂચ્યાકાર માની શકીએ. તેટલા માટે તેનું ઘનફળ નીચેના નિયમ પ્રમાણે કાઢી શકાય છે:—

શંકવાકારનું ઘનફળ = $\frac{૧}{૩}$ × પાયાનું ક્ષેત્રફળ × ઉંચાઇ.

= $\frac{૧}{૩} \times \frac{૨૨}{૭} \times$ ત્રિજ્યા^{૨} × ઉંચાઇ.



આકૃતિ ૧૪.

ગોળ દડાનું ઘનફળ:—ગોળ પદાર્થના પૃષ્ઠમાંથી સંખ્યાબંધ ત્રિકોણ કાપી શકાય.તેમ એ દરેક ત્રિકોણ ગોળ પદાર્થની ત્રિજ્યા જેવડી ઉંચાઇવાળો સૂચ્યાકારનો પાયો હોય એમ માની શકાય. તેટલા માટે આગળ કહ્યા પ્રમાણે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

$\text{ગોળ પદાર્થનું પૃષ્ઠ} = ૪ \times \frac{૨૨}{૭} \times \text{ત્રિજ્યા}^{૨}$

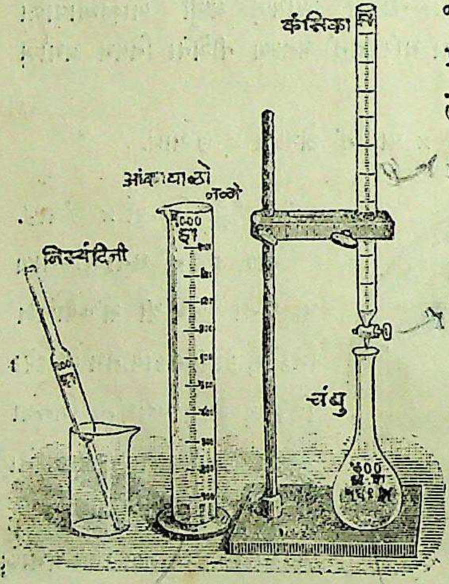
$\text{પણ ગોળ પદાર્થનું ઘનફળ} = \text{પૃષ્ઠ} \times \frac{૧}{૩}\ \text{ત્રિજ્યા}.$

$= ૪ \times \frac{૨૨}{૭} \times \text{ત્રિજ્યા}^{૨} \times \frac{\text{ત્રિજ્યા}}{૩} = \frac{૪}{૩} \times \frac{૨૨}{૭} \times \text{ત્રિજ્યા}^{૩}.$

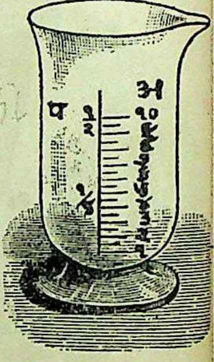
માપવાવાળાં વાસણો.

ગુંજાશ માપવા માટેનાં મેટ્રિક પદ્ધતિના માપવાળાં વાસણો.

પાસેની આકૃતિમાં બતાવવામાં આવેલાં જાતજાતનાં વાસણો ગુંજાશ (કૅપેસિટિ) નું માપ કાઢવાને માટે વપરાય છે. ૫૦૦ સી. સી. વાળા અથવા ઘનશતાંશમાત્રવાળા ચંબુની ગરદને કાપો પાડેલો હોય છે. એટલે એ ચંબુ એ નિશાની સુધી ભરવામાં આવે છે, ત્યારે તેની અંદર જેટલું પ્રવાહી માય છે તેટલા પ્રવાહીના માપનો એ આંકડો હોય છે. માપવાળા ઉભા નળા



આકૃતિ ૧૫.



આકૃતિ ૧૬.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉપર પણ દસ સેંટીમીટરના માપના કાપા પાડેલા હોય છે એટલે તેની અંદર જેટલું પ્રવાહી માય તે એ આંકડા ઉપરથી સમજી શકાય છે. એ ઉપરાંત કંસિકા (બુરેટ) નામની કાચની ચકલીવાળી લાંબી નળી પણ એ જ કામને માટે વપરાય છે. એ ગોઠવણથી વાસણમાં કેટલું પ્રવાહી માય છે તેનો ખરેખરો આંકડો મળે છે. એ કંસિકા ઉપર એવી રીતે ઉપરથી નીચે માપના કાપા પાડવામાં આવેલા હોય છે કે ૩૫ ઘન સેંટીમીટર અથવા શતાંશમાત્ર પાણી આપણે જોઇતું હોય અને કંસિકા ૧૦ ઘન સેંટીમીટરના અથવા શતાંશમાત્રના કાપા સુધી ભરેલી હોય તો આપણે ૪૫ ઘન સેંટીમીટરના વા શતાંશમાત્રના કાપાએ પાણી આવે ત્યાં સુધી તે લેવું પડશે. એ આંકાએ પાણી આવતાં ચકલી બંધ કરી દેવાથી વધારે પાણી પડી શકતું નથી. નિસ્યંદિની (પીપેટ) નામનું એક બીજું સાધન પણ એવા જ કામ માટે વપરાય છે. એનાથી એક વાસણમાંથી પ્રવાહી લઇ બીજા વાસણમાં તેને રેડી શકાય છે. ‘સ્ટાઇલો’ નામની કલમમાં શાઇ ભરતી વખતે જે કાચની શીસીનો આપણે ઉપયોગ કરીએ છીએ તે પણ એક જાતની નિસ્યંદિની છે.

એ માપવાળાં વાસણોમાં પાણી કેટલું ભરાયું તે જોવું હોય તો એ વાસણ ઉપરનો આંકો આપણી આંખની સપાટીએ રાખીને જોયાથી જ આપણને ખરૂં માપ મળી શકે છે. આ પ્રમાણે આંખ રાખી આપણે જોઇએ નહિ અને વાસણને આંખથી ઉંચે અથવા નીચે રાખી તેનું માપ જોઇએ તો ખરેખરૂં માપ આપણને મળશે નહિ.

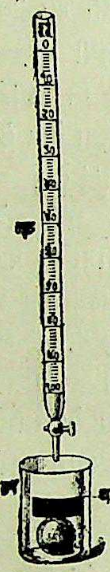
પાણીના ખસવાથી ઘનરૂપ માપવાની રીત.

માપવાળાં વાસણોમાં પાણી ભરીને તેની અંદર ઘન પદાર્થ નાખ્યાથી કેટલું પાણી ખસે છે અથવા ઉંચું ચડે છે તે જોયાથી ઘનપદાર્થનું ઘનફળ મળી શકે છે. ઘનનું ઘનફળ કાઢવાને માટે માપવાળું પહોળા મ્હોંનું વાસણ લઇ તેમાં અમુક આંકડા સુધી પાણી ભરીને ધીમેથી ઘન સરકાવી દેવાથી એ વાસણમાં પાણી ઉંચું ચડશે. આથી વાસણમાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઘન નાખ્યા પછી જેટલું પાણી ચડે તે આંકડામાંથી વાસણમાં જે આંકડા સુધી પાણી પ્રથમ ભર્યું હોય તે આંકડો બાદ કર્યાથી એ ઘનપદાર્થનું ઘનફળ મળે છે. એ જ પ્રમાણે જાતજાતના ઘન પદાર્થોનાં ઘનફળ કાઢી શકાય છે. માપવાળા વાસણમાં માય નહિ એવડી વસ્તુ હોય તો પછી પહોળા મ્હોંનું પ્યાલું લઇ તેમાં પાણી ભરી બાજુએ તેની જ સપાટીએ માપવાળું વાસણ રાખ્યાથી એ વસ્તુનું ઘનફળ જણાશે. બંદૂકની ઝીણી ગોળીઓનું ઘનફળ કાઢવાને માટે કંસિકામાં અર્ધોઅર્ધ પાણી ભરવું અને પછી તેમાં વીસ, ત્રીસ કે જેટલી નાખવી હોય તેટલી ગોળી નાખ્યાથી જે આંકડા સુધી પાણી ચડે તેનો આંકડો નોંધી લેવો, ને એમાંથી કંસિકામાંના પાણીનો પ્રથમનો આંકડો બાદ કર્યાથી વીસ, ત્રીસ કે જેટલી ગોળી લીધી હોય તેનું ઘનફળ નીકળશે. એ પછી એ ઘનફળના આંકડાને વીસે, ત્રીસે, કે જેટલી ગોળી નાખી હોય તેની સંખ્યાએ ભાગ્યાથી એક ગોળીનું સરાસરી ઘનફળ આવશે. એની બીજી રીત એવી છે કે, ઘનપદાર્થને પ્યાલામાં મૂક્યા



આકૃતિ ૧૭.

પછી એ પ્યાલાની બહારની બાજુએ કાગળની પટી એવી રીતે ચોંટાડવી કે તેની હેઠલી કોર ઘનપદાર્થના બરાબર માથા ઉપર અડકીને રહેલી હોય એવું જણાય. તે પછી પટીની ધારની સપાટી સુધી પાણી ભરાય ત્યાં સુધી તેને કંસિકામાંથી પડવા દેવું. ઘન પદાર્થ પાણીમાં ડૂબ્યાથી જેટલું પાણી ઉંચું ચડે તે આ માપ છે. હવે, ઘનપદાર્થ બહાર કાઢી લઇ તેમાં પટીની ધાર સુધી પાણી ભરી જેટલું પાણી માય તે આંકડામાંથી આગલો આંકડો બાદ કર્યાથી અનિયમિત આકારવાળા ઘનપદાર્થના ઘનફળનો આંકડો નીકળે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પરિશિષ્ટ.

માપકરણ.

ક્ષેત્રફળ.

ત્રિકોણ : $\frac{\text{પાયો} \times \text{આલંબ}}{૨}$. લંબચોરસ : લંબાઇ પહોળાઇનો ગુણાકાર.

સમાંતરબાજુચોખૂણ : પાયો × આલંબ. વર્તુલ: $\frac{૨૨}{૭}$ × ત્રિજ્યા.^{૨}

ઘનનું પૃષ્ઠ : એક બાજુની લંબાઇ × એજ લંબાઇ × ૬.

ગોળ દડાનું પૃષ્ઠ : ૪ × $\frac{૨૨}{૭}$ × ત્રિજ્યા.^{૨}

ઘનફળ.

ઘન : એકાદ કોરની લંબાઇ × એજ લંબાઇ × એજ લંબાઇ.

કાટખૂણાનો સમાંતરબાજુ : એ આકૃતિની ત્રણ ધારોનો ગુણાકાર.

સૂચ્યાકાર : $\frac{\text{પાયાનું ક્ષેત્રફળ} \times \text{આલંબ}}{૩}$

ગોળ બેઠકવાળો શંકવાકાર; $\frac{\frac{૨૨}{૭} \times \text{ત્રિજ્યા}^{૨} \times \text{આલંબ}}{૩}$.

ભુંગળાકાર અથવા નળાકાર : પાયાનું ક્ષેત્રફળ × આલંબ.

ગોળ દડો : $\frac{૪}{૩}$ × $\frac{૨૨}{૭}$ × ત્રિજ્યા.^{૩}

ત્રીજા પ્રકરણના પ્રશ્નો.

૧. ૨૫ ઘનફુટના ઘનશંતાશ માત્ર, ૫૦૦૦ શતાંશમાત્રના ઘન તસુ, ૫ લીટરના પાંઇટ, અને ૧ કીલોલીટરના ગૅલન કાઢો.

૨. ૧૫૦ ફુટ ઉંચા અને ૧૫૦ ફુટ વ્યાસવાળા નળાકારના વાયુમાન (ગૅસોમીટર) માં કેટલા ઘનફુટ વાયુ સમાશે ?

૩. ૭૦ શતાંશમાત્ર વ્યાસની અને ૧૦૦ શતાંશમાત્ર ઉંચી નળાકાર ટાંકીમાંના પાણીનું વજન કેટલું હશે ?

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૪. લંબચોરસ ટાંકીની અંદરની બાજુઓ ૪ ફુટ, ૪ તસુ; ૨ ફુટ, ૯ તસુ, અને ૧ ફુટ, ૧$\frac{3}{4}$ તસુ છે, તો કેટલા ઘનફુટ તેનું ઘનફળ હશે? તે પૂરેપૂરી ભરેલી હશે ત્યારે તેમાં કેટલા ગૅલન પાણી હશે તથા પાણીનું વજન કેટલું હશે તે કાઢો.

૫. પિત્તળના નળાનો વ્યાસ ૧૨ શતાંશમાત્ર અને તેની ઉંચાઇ ૨૦ શતાંશમાત્ર છે તો તેનું ઘનફળ કેટલું હશે ?

૬. કાચની ગોળાકાર નળીનો અંદરનો વ્યાસ શોધી કાઢવાને માટે તે નળીમાં પાણી ભરી તેને તોળી લીધી છે. તેમાં જે પાણી સમાય છે તેનું વજન ૫૦.૫૬ ગ્રામ છે અને તે ૬૦ શતાંશમાત્ર લાંબી છે તો તેનો વ્યાસ કેટલો હશે ?

૭. કાંસિકાનો અંદરનો વ્યાસ ૧ શતાંશમાત્ર હોય તો તેના ઉપરના શૂન્ય અને ૫૦ ઘનશતાંશમાત્રના આંકાઓ વચ્ચેનો અંતર કેટલો હશે ?

૮. પૃથ્વીના અને ચંદ્રના વ્યાસ વચ્ચેનું પ્રમાણ ૧૧ અને ૩ હોય તો તેમનાં ઘનફળ સરખાવો.

૯. ૧૨ શતાંશમાત્ર ઉંચા અને ૧૨ શતાંશમાત્ર અંદરના વ્યાસવાળા ગોળાકાર પોલા વાસણની ગુંજાશ કેટલી હશે ?

૧૦. કાપ્યા વિનાની આખી પેંન્સલનું ઘનફળ શોધી કાઢવાની બે રીતોનું પૂરેપૂરૂં વર્ણન કરો.

૧૧. કાચના ઘનચનું અને છરાનું ઘનફળ કેવી રીતે કાઢશો ?

૧૨. ચોરસ બેઠકના આકારની બેઠકની એક બાજુ ૧૦ ફુટ છે અને તે ૧૯ ૩૬ ફુટ ઉંચું છે તો એના આખા પૃષ્ઠનું ક્ષેત્રફળ તથા ઘનફળ કાઢો.

૧૩. એક મકાનનો અંદરનો ભાગ ગોળ ભુંગળા જેવો છે, ને તેની ત્રિજ્યા ૪૦ ફુટ તથા ઉંચાઇ ૨૦ ફુટની છે. એના ઉપર ૪૦ ફુટ ત્રિજ્યાનો તથા ૧૦ ફુટ ઉંચો શંકવાકાર આવેલો છે તો એ મકાનમાં કેટલા ઘનફુટ હવા સમાશે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૧૪. ૩ તસુ જાડી અને ૧૨ તસુના વ્યાસવાળી ગોળાકાર રકાબીમાંથી ૦.૦૫ તસુ ત્રિજ્યાના છરાઓ પાડવા છે તો એવા કેટલા છરા બનશે?

૧૫. એક ઘનાકાર પેટીમાં ગોળ દડો બરાબર બેસતો આવે છે. એ પેટીની બાજુ ૫ શતાંશમાત્ર છે તો એમાં કેટલી જગ્યા ખાલી રહી હશે?

૧૬. ૨ તસુ વ્યાસવાળા ભુંગળાની અંદર દડો ઉતારતાં ભુંગળાના મથાળાની બરાબર તે સમાઇ રહે છે તો એ ભુંગળાનું તથા એ દડાનું ઘનફળ કેટલું હશે? ભુંગળાના અંદરના ઘનફળનો કેટલામો ભાગ દડાનું ઘનફળ છે તે પણ શોધી કાઢો.

પ્રકરણ ચોથું.

દળ, ભાર અને ઘટત્વ.

પદાર્થની અંદર દ્રવ્યનો જે જથ્થો હોય છે તે દળ કહેવાય છે.

દળની વ્યાખ્યા.

ઘણા લોકો દળને ભાર (વૈટ) કહે છે, પરંતુ દળ (માસ) પોતે ભાર નથી જ; તો પણ દળની સરખામણી વજનથી અથવા ભારથી થઇ શકે છે. બે જુદી જુદી વસ્તુઓને ત્રાજવામાં સામસામા પલ્લામાં મૂકી તોળી હોય અને તે બન્ને એક બીજાની બરાબર હોય તો તે બન્ને વસ્તુની અંદરનો દ્રવ્યનો જથ્થો એક સરખો હોય છે. આ પ્રમાણે એક સરખા દળની વસ્તુઓનું ઘનફળ જુદું જુદું હોઇ શકે છે. દષ્ટાંત તરીકે ત્રાજવાના એક પલ્લામાં સીસાની ગોળી મૂકી તે તોળાઇ રહે એટલું રૂ સામા પલ્લામાં મૂક્યું હોય તો તે દરેક વસ્તુની અંદર રહેલા દ્રવ્યનું દળ એક સરખું હોય છે, પણ તેમનું ઘનફળ એક સરખું હોતું નથી.

હાથમાં પકડેલી કોઇ પણ વસ્તુને હાથમાંથી આપણે છોડી દઇએ તો તે જમીન ઉપર આવીને પડે છે. હવે એ વસ્તુને કમાનવાળા કાંટાએ બાંધીને લટકાવી હોય તો પૃથ્વીના ખેંચાણને લીધે અથવા વસ્તુના નીચે પડવાના

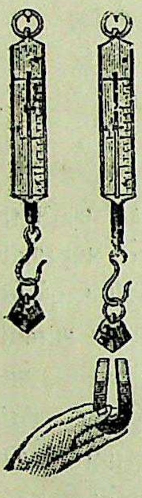
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નિયમને લીધે તેના પર થતા ખેંચાણને લીધે કાંટાની અંદરની કમાન ખેંચાય છે, ને એ ખેંચાણ ઉપરથી તેની અંદરનો ભાર અથવા તેનું વજન આપણે જાણીએ છીએ. આથી આપણે એમ કહી શકીએ કે,

દળ વજન નથી.

પદાર્થના એક શેર દળને પૃથ્વી જે બળથી આકર્ષે છે તે તે પદાર્થનું વજન હોય છે. પદાર્થને કાંટાએ મૂકયાથી તેનું વજન આપણે કાઢી શકીએ, પણ તે કાંટાની નીચે લોહચુંબક ધરી રાખ્યું હોય તો એ પ્રમાણે લીધેલા વજનની અંદર ફેર પડેલો જણાશે. એથી પદાર્થ ભારે થયેલો લાગે છે, પણ તેનું દળ તો તેનું તે જ હોય છે. વળી, પર્વત ઉપર અને દરિયાની સપાટીએ લીધેલાં વજનોની અંદર ફેર પડે છે. દરિયાની સપાટીએ લીધેલું વજન પર્વત ઉપર લીધેલા વજન કરતાં ભારે હોય છે. કારણ કે, પૃથ્વીથી વસ્તુ જેટલી દૂર હોય તેટલું પૃથ્વીનું આકર્ષણ તેના ઉપર ઓછું થતું હોય છે, ને તેથી તેનું વજન તેટલું હલકું થાય છે. કોઇ પણ વસ્તુને પૃથ્વીથી એટલી બધી દૂર લઇ જવામાં આવે કે તેના ઉપર પૃથ્વીનું આકર્ષણ જરા પણ રહે નહિ તો તેનું વજન પણ ન હોય, પરંતુ તે પદાર્થનું દળ તો તે ગમે તેટલો પૃથ્વીથી દૂર હોય તોપણ તેનું તે જ રહે છે. આથી આપણે સિદ્ધ કરી શકીએ છીએ કે દળ પોતે વજન નથી.



આકૃતિ ૧૮.

પદાર્થ ઉપર પૃથ્વીનું જેટલું આકર્ષણ થતું હોય તે એ પદાર્થનું વજન હોય છે, એ આપણે જાણીએ છીએ. તેથી હવામાં જેટલા ઉંચા આપણે ચડીએ તેના પ્રમાણમાં તેના દળના વજનમાં ફેર પડે છે. પૃથ્વી પોતે સંપૂર્ણ ગોળ નથી. તે ઉપર નીચે બન્ને ધ્રુવ આગળ બેઠેલી એટલે કે

દળનું વજન જુદી જુદી જગ્યાએ જુદું જુદું હોય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ચપટી છે ને તેનું પેટું ફૂલેલું છે, તેથી પેટા આગળની એટલે કે ક્રાંતિવૃત્ત આગળની વસ્તુ કરતાં ધ્રુવ આગળની વસ્તુ પૃથ્વીના મધ્યબિંદુથી પાસે હોય છે. આને લીધે તથા પૃથ્વીના ભ્રમણને લીધે કોઇપણ પદાર્થ પૃથ્વીના મધ્ય ભાગથી આઘે ધ્રુવ તરફ હોય તો પૃથ્વીના મધ્યબિંદુની પાસે તે હોવાથી પૃથ્વી ઉપરથી પડી જવાનો તેને જેટલો સંભવ હોય છે તેના કરતાં ધ્રુવ આગળ પડી જવાનો સંભવ વધારે હોય છે, અને તેથી કાંટાએ લટકાવેલી વસ્તુ, જેમ જેમ ધ્રુવ તરફ આપણે જઇએ છીએ તેમ તેમ ભારે થતી જણાય છે.

દળના માપનું ધોરણ.

લંબાઇના માપનું ધોરણ નક્કી કરવાને માટે અમુક માપ આપણે લેવું પડ્યું હતું, તેમ દળનું માપ નક્કી કરવાને માટે અમુક ધોરણ આપણે રાખવું પડે છે. એમાં પણ લંબાઇના ધોરણની પેઠે અંગ્રેજી અને મેટ્રિક એવી બે પદ્ધતિ છે. અંગ્રેજી રિવાજ પ્રમાણે મહારજત (પ્લૅટિનમ) ધાતુના કકડાની અંદર દ્રવ્યનો જે જથ્થો હોય છે તે તેનું દળ કહેવાય છે, અને તેનું નામ 'ઍવોર્ડુપોઇઝ પાઉંડ' પાડવામાં આવ્યું છે; અને એ ઉપરથી વધારે તથા ઓછાં માપ નક્કી કરવામાં આવ્યાં છે. એ માપનું કોષ્ઠક નીચે પ્રમાણે છેઃ—

૧ ટન=૨૦ હંડરવેટ=૨૨૪૦ પાઉંડ.	૧ પાઉંડ= ૧૬ આઉંસ=૭૦૦૦ ગ્રેન.
૧ હંડરવેટ=૪ ક્વૉર્ટ = ૮ સ્ટોન= ૧૧૨ પાઉંડ	૧ આઉંસ = ૪૩૭½ ગ્રેન.
૧ સ્ટોન = ૧૪ પાઉંડ.	

ફ્રાંસમાં અને બીજા દેશોમાં જ્યાં મેટ્રિક પદ્ધતિ ચાલે છે ત્યાં દળના માપનાં ધોરણને કીલોગ્રામ કહે છે. અમુક પ્લૅટિનમના કકડાની અંદર દ્રવ્યનો જે જથ્થો હોય છે તેને કીલોગ્રામ કહે છે. તે પાઉંડના કરતાં

કીલોગ્રામ અને ગ્રામ.

ઘણો ભારે છે, ને તે ૨⅕ પાઉંડ જેવડો હોય છે. એ મહારજતનો કકડો સેંટીગ્રેડના ૪ અંશ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉષ્મામાને એક હજાર ઘન સેંટીમીટર અથવા એક લીટર (આશરે ૧·૭૬ પાઉંડ) પાણીના ઘનફળ જેવડો કરવામાં આવ્યો છે, અને તેના હજારમા ભાગને એટલે કે એક ઘન સેંટીમીટર પાણીના દળને ગ્રામ કહે છે. એનાં પણ નાનાં મોટાં માપ નક્કી કરી લેવામાં આવ્યાં છે તે નીચે પ્રમાણે છે:-

૧૦ મીલીગ્રામ અથવા સહસ્ત્રાંશગ્રામ = ૧ સેંટીગ્રામ અથવા શતાંશગ્રામ

૧૦ સેંટીગ્રામ અથવા શતાંશગ્રામ = ૧ ડેસીગ્રામ અથવા દશાંશગ્રામ.

૧૦ ડેસીગ્રામ અથવા દશાંશગ્રામ = ૧ ગ્રામ.

૧૦ ગ્રામ=૧ ડેકાગ્રામ અથવા દશગ્રામ

૧૦ ડેકા ગ્રામ = ૧ હેક્ટોગ્રામ અથવા શતગ્રામ.

૧૦ હેક્ટોગ્રામ = ૧ કીલોગ્રામ અથવા સહસ્ત્રગ્રામ.

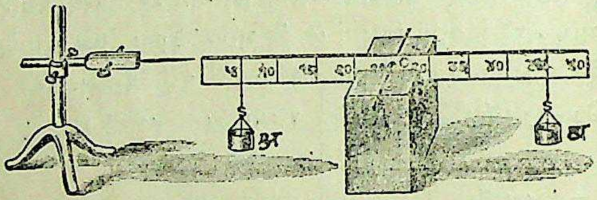
અંગ્રેજી અને મેટ્રિક પદ્ધતિ પ્રમાણેનાં ઉપલાં માંપ ઉપરથી એ બે પદ્ધતિ વચ્ચેની સરખામણી આ પ્રમાણે છે:—

૧ ગ્રામ=૧૫·૪૩૨૩ ગ્રેન=૧૫૩/૭ ગ્રન

૧ કીલોગ્રામ=૨·૨૦૪૬પાઉંડ(ઍવો) =૨૧/૫ પાઉંડ.

૧ આઉંસ (ઍવોર્ડુ)=૨૮·૩૫ અથવા ૨૮.૪ ગ્રામ.

૧ પાઉંડ (ઍવોર્ડુ)=૪૫૩.૬ ગ્રામ



આકૃતિ ૧૯.

ત્રાજવાંનો નિયમ.

ત્રાજવાં જાત જાતનાં હોય છે. વસ્તુ તોળવાની યુક્તિ અથવા ગોઠવ[ણ] પણ જુદી જુદી જોવામાં આવે છે. પરંતુ તે બ[ધી] જાતનાં ત્રાજવાંનો નિયમ તો એક જ હોય છે જે ધોરણે ત્રાજવાં બનાવવામાં આવે છે તે ધોરણ આ પ્રમાણે છે. અ[ર્ધ] મીટરના માપવાળી લાકડાની પટીના અથવા લોઢાના ગજના બરાબર વ[ચ્ચે]

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ભાગે કાણું પાડી તેમાં સુતરની દોરી અથવા તાર બાંધી લેવામાં આવે છે. દોરી હાથમાં પકડી રાખી હોય તો પટી કોઇ પણ બાજુએ નમ્યા વિનાની અનુપ્રસ્થ રહેતી હોય છે, એટલે એ મધ્ય ભાગ તેનો ટેકો અથવા આધાર બિંદુ કહેવાય છે. પટીના છેડાએ વજન લટકાવવામાં આવે છે, ને તેથી વસ્તુનું વજન આપણે જાણી શકીએ છીએ. ત્રાજવાની દાંડી એક સરખી જાડી અથવા પાતળી નહિ હોય તો સામસામાં પલ્લાં અથવા છાબડાં એક સરખાં નહિ રહે. એવે વખતે ધડો કરી ત્રાજવું સરખું કરી લેવું જોઇએ, નહિ તો ખરૂં વજન નહિ મળે. ટેકાથી બંને બાજુની દાંડી એક સરખી લાંબી હશે તો ટેકાથી એક સરખે અંતરે રહેલાં વજનો એક સરખાં આપણને માલૂમ પડશે. પણ દાંડીમાં જરા પણ ફેરફાર હશે તો એક બાજુનું વજન અને ટેકાથી તેનો અંતર બીજી બાજુએ લટકાવેલા વજનથી અને ટેકાથી તેના અંતરની બરાબર નહિ થાય. એટલા માટે એક મણ ઘઉં તોળાવતી વખતે એક મણ એક બાજુના પલ્લામાં તોળાવવા, અને પછી બીજા એક મણ બીજી બાજુના પલ્લામાં મૂકાવી તોળાવવા. આ પ્રમાણે કર્યાથી ત્રાજવામાં કોઇ પણ જાતનો ફેરફાર નહિ હોય તો ઘઉં બે મણ થશે, પરંતુ ત્રાજવામાં ફેરફાર હશે તો તોળનારને નુકસાન અને માલ લેનારને ફાયદો થશે. કમાનવાળા કાંટાએ ઘાસ વગેરે તોળી લેવામાં આવે છે. તેમાં તે વસ્તુના દળનું વજન આપણને મળે છે.

ત્રાજવાં.

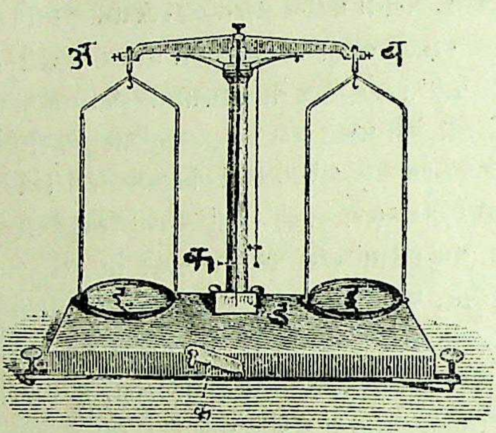
સાધારણ વપરાશને માટે કાંટો અથવા સાધારણ ત્રાજવાં ચાલી શકે, પણ વૈજ્ઞાનિક અવલોકનો માટે એવાં ત્રાજવાં ચાલી શકે નહિ તેટલા માટે વસ્તુનું ખરેખરૂં માપ કાઢી શકે એવાં ત્રાજવાં બનાવવામાં આવે છે. પાસેની આકૃતિવાળું ત્રાજવું પ્રયોગશાળામાં વપરાય છે. એ ત્રાજવું પિત્તળનું બનાવેલું હોય છે અને તેની દાંડીના વચલા ભાગે લાંબી સોય રાખી તેની નીચે કાપાવાળું પતરૂં રાખ્યું હોય છે એટલે ત્રાજવું સમતોલ હોય તો સોય પતરાને મધ્ય ભાગે રહે છે. એ ત્રાજવાંની સાથે મોટાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નાનાં ગ્રામનાં અને મીલીગ્રામનાં વજનો પણ હોય છે, એટલે વાળ જેવી વસ્તુ પણ તેનાથી તોળી શકાય છે.

ત્રાજવામાં વસ્તુ તોળતાં પહેલાં અમુક સાવચેતી આપણે લેવી પડે છે.



આકૃતિ ૨૦.

તોળતાં પહેલાં લેવામાં આવતી ખાસ સાવચેતી.

(૧) ત્રાજવું સપાટીએ છે કે નહિ તે જોવું જોઇએ. (૨) દાંડીની કડીઓ ચઢી ગયેલી જોઇએ નહિ. (૩) પલ્લાં પર ધૂળની રજ ચોંટેલી ન જોઇએ. (૪) પલ્લાં કપડાં વતી લૂછી સાફ કરી લેવાં જોઇએ. (૫) તોળવાનું શરૂ કરતાં પહેલાં ત્રાજવાની સોય બરાબર વચલા કાપા ઉપર રહે છે કે નહિ તે જોઇ લેવું જોઇએ ને એમ કરતાં ધડો જણાય તો તેટલી દુરસ્તી પેચનું માથું ફેરવીને કરી લેવી જોઇએ. (૬) પલ્લાં હાલતાં હોય તે વખતે તેને આચકો આવે એવી રીતે અટકાવવાં નહિ, પણ સોય મધ્યમાં આવે એટલે ધીમે રહીને ત્રાજવાને સ્થિર રાખવું. (૭) જે વસ્તુ તોળવાની હોય તેને ડાબા પલ્લામાં રાખવી, અને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જમણા પલ્લામાં વજન રાખવાં. (૮) વજન ઓછું હોય તો તે વધારતા પહેલાં અથવા વધારે હોય તો તે ઉંચકી લેતા પહેલાં ત્રાજવું નીચું પાડી દેવું, અને વજન પણ હાથે નહિ ઉંચકતાં ચીપીયા વતી પકડવું. (૯) વસ્તુ ઊની હોય તે વખતે તેને તોળવી નહિ, કારણ કે ગરમીને લીધે હવાનો પ્રવાહ ચાલે છે, અને તેને લીધે ત્રાજવાં ઉપર અસર થાય છે. (૧૦) ત્રાજવાનું કાચનું ઘર તેના પર ઢાંકી માપ લેવું સારૂં છે; અને ત્રાજવાનો ઉપયોગ કરવામાં આવતો ન હોય ત્યારે તો તેના ઉપર એનું ઘર ઢાંકેલું જ રાખવું. (૧૧) તોળવાનું કામ પૂરૂં થયા પછી વજનની પેટીમાં વજનોને પોતપોતાના ખાનામાં મૂકી દેવા ચૂકવું નહિ.

અવેજીથી તોળવું–ત્રાજવાં ઘણું ખરૂં ખોટાં જ વપરાતાં હોય છે. કોઇ વેળા તેની દાંડી જાડી, કોઇ વેળા પાતળી અથવા કોઇ વાર લાંબી ટુંકી હોય છે અને કોઇ વેળા તેનાં પલ્લાં એક સરખાં હોતાં નથી. આવું હોય છે ત્યારે નીચે પ્રમાણે વર્તવામાં આવે છે. ડાબા હાથના પલ્લામાં રેતી ભરેલી પેટી મૂકીને જમણા પલ્લામાં વજન મૂકી પેટીને તોળી લેવી. એ પછી જમણા પલ્લામાંથી વજન કાઢી લઇ તેમાં જે વસ્તુ તોળવાની હોય તેને મૂકવી. તેને સમતોલ થતાં જેટલું વજન ઉમેરવું પડે તે ઉમેરી લેવું. એ વસ્તુના અગાઉ લીધેલા વજનમાંથી તેને બીજી વખત તોળતાં તેમાં જે વજન ઉમેરવું પડયું તે વજન બાદ કર્યાથી તેનું ખરૂં વજન નીકળે છે.

ઘટત્વનો અર્થ.

એક જ કદના અથવા ઘનફળના જુદા જુદા પદાર્થોનાં દળ જુદાં જુદાં પણ હોય. લાકડાના, સીસાના, બુચના, અને આરસના એક ઘન સેંટીમીટર કકડાને એક પછી એક તોળ્યાથી જણાશે કે સીસાની અંદરનું દળ સૈાથી વધારે હોય છે; એટલે કે તે સર્વથી ભારે છે. તેનાથી હલકો આરસનો અને આરસથી હલકો લાકડાનો અને લાકડાથી હલકો બુચનો કકડો હશે. અંગ્રેજી અને મેટ્રિક ધોરણ પ્રમાણે એ પદાર્થોનું વજન નીચે પ્રમાણે હોય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

	એક ઘનસેંટીમીટર કકડાનું ગ્રામ પ્રમાણે વજન	એક ઘનફુટ કકડાનું પાઉંડ પ્રમાણે વજન
સીસું	૧૧.૪ ગ્રામ	૭૧૦ પાઉંડ
પિત્તળ	૮.૫ ”	૫૨૦ ”
લાકડું	૦.૭૫ ”	૪૬ ”
બુચ	૦.૨૪ ”	૧૫ ”

એ જ પ્રમાણે એક સરખા માપની શીસી લઇ તેમાં એ જુદાં જુદાં પ્રવાહી ભર્યાં હોય તો એ જુદાં જુદાં પ્રવાહીનાં એક સરખાં ઘનફળનાં દળ જુદાં જુદાં હોય છે. તેમ જ એક સરખા ઘનફળનાં જુદા જુદા વાયુઓનાં દળ પણ જુદાં જુદાં હોય છે એ સાબીત કરી શકાય છે.

કેટલાક પદાર્થોનાં ઘટત્વ.

(શતાંશ ઉષ્ણતામાપકના શુન્ય અંશે તથા ૭૬ શતાંશમાત્રના દબાણે).

અંલુમિનિયમ	૨.૬૮	લોખંડ	૭.૮
મીણ	૦.૯૬	સીસું	૧૧.૪
પિત્તળ	૮.૦૦	આરસ	૨.૭
તાંબું	૮.૯૦	રેતી	૧.૪૨
બુચ	૦.૨૪	લાકડું	૦.૫૬
સોનું	૧૯.૪	પારો	૧૩.૬
કલાઇ	૭.૨૯	ઓલાઇવ તેલ	૦.૯૨
મદ્યાર્ક (અલ્કોહોલ)	૦.૭૯	ટર્પેન્ટાઇન (સરલ તેલ)	૦.૮૭
મદ્યસાર (મિથિલેટેડસ્પિરિટ)	૦.૮૩	કેરોસીન (ઘાસતેલ)	૦.૮૭૮
આશ્ર (ઇથર)	૦.૭૪	હવા	૦.૦૦૧૨૯૩
ગ્લીસરીન (મધુક)	૧.૨૬		

એક શેર પીછાંનું અથવા રૂનું દળ એક શેર સીસાના દળ જેટલું જ હોય છે, પણ એક શેર પીછાંને અથવા રૂને સમાવાને વધારે જગ્યા જોઇએ છીએ, અને એક શેર સીસાના કટકાને તેટલી જગ્યા જોઇતી નથી. કારણ કે સીસાનાં રજકણો એક બીજાંની ઘણાંજ પાસે પાસે આવેલાં હોય છે,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તેથી સીસું એ એ વસ્તુના કરતાં વધારે ઘટ્ટ છે એમ કહી શકાય છે. સીસાના એક ઘનફુટ કકડાનું વજન ૭૧૦ પાઉંડ છે અને તેવડા જ બુચના કકડાનું વજન ૧૫ પાઉંડ છે એટલે બુચના કરતાં સીસું ૪૬ ગણું ભારે છે, અને તેથી તે બુચના કરતાં ૪૬ ગણું ઘટ્ટ છે. સીસાનું ઘટત્વ ઘણું વધારે છે, કારણ કે એક નાના સરખા કકડાની અંદર દળ ઘણું હોય છે. જે વસ્તુનું દળ થોડું હોય પણ તેનું કદ ઘણું મોટું હોય તો તેનું ઘટત્વ ઘણું જ થોડું હોય છે. વસ્તુતઃ એક ઘનફળ પદાર્થનું વજન એ જ તે પદાર્થનું ઘટત્વ છે. દાખલા તરીકે એક ઘન સેંટીમીટર લોખંડનું ઘટત્વ ૭.૫ ગ્રામ અથવા એક ઘનફુટ લોખંડના કકડાનું ઘટત્વ ૪૮૦ પાઉંડ હોય છે, નખતેલનું અથવા સરલતેલનું ઘટત્વ ૦.૮૭ ગ્રામ અથવા ૫૪.૨ પાઉંડ, અને હવાનું ઘટત્વ એક લીટરે ૧.૩ ગ્રામ અથવા એક ઘનફુટે ૦.૦૮ પાઉંડ હોય છે. આથી પદાર્થોનાં ઘટત્વ વિષે આપણે બોલતા હોઇએ ત્યારે વજનનું જે ધોરણ રાખવામાં આવ્યું હોય તે ધોરણ હંમેશાં કહેવું જોઇએ. બધાં વૈજ્ઞાનિક પુસ્તકોમાં ઘનફળને માટે ઘનસેંટીમીટરનું અને વજનને માટે ગ્રામનું ધોરણ રાખવામાં આવેલું છે. ઘટત્વની ઉપલી વ્યાખ્યા ઉપરથી આપણે

એટલું કહી શકીએ કે, ઘનફળ × ઘટત્વ = દળ અથવા ઘટત્વ = $\frac{\text{દળ}}{\text{ઘનફળ}}$.

સાપેક્ષ ઘટત્વ (રેલેટિવ ડેન્સિટિ) અથવા **વિશિષ્ટ ગુરુત્વ** (સ્પેસિફિક ગ્રૅવિટી)—એકાદ પદાર્થના ઘનસેંટીમીટરનું દળ બે ગ્રામ હોય તો તેનું ઘટત્વ પાણીના ઘટત્વ કરતાં બમણું હોય છે. આનો અર્થ એટલો જ થાય છે કે, પાણીનાં રજકણો જેટલાં પાસે પાસે હોય છે તેના કરતાં એ પદાર્થનાં રજકણો બમણાં પાસે પાસે રહેલાં છે. એથી એમ કહી શકીએ કે, એ પદાર્થનું સાપેક્ષ ઘટત્વ ૨ છે. એ જ પ્રમાણે એક ઘનસેંટીમીટર સીસાનું વજન આશરે ૧૧ ગ્રામ હોય છે, તેથી સીસું પાણીના કરતાં ૧૧ ગણું ભારે છે. બીજી રીતે કહીએ તો સીસાનું સાપેક્ષ ઘટત્વ ૧૧

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે. આ ઉપરથી એમ કહેવાય કે, જે વસ્તુ પાણીના કરતાં જેટલા ગણી ભારે હોય તે ભારનો આંકડો તેનું સાપેક્ષ ઘટત્વ હોય છે. આથી પાણીના વજનની સાથે સરખામણીનો માત્ર વજનનો આંકડો જ સાપેક્ષ ઘટત્વ હોય છે. એ આંકડો ઘનફુટ પ્રમાણે પણ કાઢી શકાય. દાખલા તરીકે એક ઘનફુટ સીસાનું વજન ૬૮૭½ પાઉંડ થાય છે અને એક ઘનફુટ પાણીનું વજન ૬૨½ પાઉંડ થાય છે; એટલે ૬૮૭½ આંકડાને ૬૨½ વતી ભાગીએ તો ૧૧ જવાબ આવે છે.

એક ઘનફુટ સીસાનું વજન ૭૧૦ પાઉંડ છે.

એક ઘનફુટ પાણીનું વજન ૬૨.૫ પાઉંડ છે.

એટલે સીસાનું ઘટત્વ $= \frac{૭૧૦}{૬૨.૫} = ૧૧.૪.$

ને એ જ સીસાનું સાપેક્ષ ઘટત્વ છે. આ ઉપરથી સાપેક્ષ ઘટત્વ કાઢવાની રીત સંક્ષેપમાં આ પ્રમાણે કહી શકાય:—

$$\text{સાપેક્ષ ઘટત્વ} = \frac{\text{પદાર્થનું વજન}}{\text{પદાર્થ જેવડાં જ પાણીના ઘનફળનું વજન.}}$$

અનિયમિત આકારના ઘન પદાર્થનું સાપેક્ષ ઘટત્વ.

કાચના બુચ જેવી અનિયમિત આકારની વસ્તુ હોય તો માપવાની શીસીમાં અમુક માપ સુધી પાણી ભરી તેમાં તેને ડુબાવવાથી પાણી ઉંચું ચડશે. જે આંકડા સુધી પાણી ઉંચું ચડે તે આંકડો બુચનું ઘનફળ હોય છે, તેથી જેટલું પાણી ચડ્યું તેનું વજન કાઢી તે વજન વતી તેના ઘનફળને ભાગી નાખ્યાથી કાચના બુચનું સાપેક્ષ ઘટત્વ નીકળે છે. એ જ નિયમે ગમે તેવા ઘન પદાર્થોનાં સાપેક્ષ ઘટત્વ કાઢી શકાય છે.

પ્રવાહી પદાર્થનું સાપેક્ષ ઘટત્વ.

પ્રવાહી પદાર્થનાં ઘટત્વ કાઢવાને માટે માપવાળી શીસી આવે છે. તેને પેચવાળો કાચનો બુચ હોય છે, તેથી એ શીસી માથા સુધી ભર્યા પછી તેને બૂચ દીધો હોય તો બુચ સમાય તેટલું પાણી બહાર વહી જાય છે. તેથી પાણી વિના તેમાં બીજું કંઇ પણ હોતું નથી. એમ છતાં પણ શીસીમાં હવાનો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પરપોટા રહેલા જણાય તો તેને ઉકળતા પાણીના વાસણમાં થોડીવાર સુધી ડબોવી રાખવામાં આવે છે એટલે એમાંથી હવા બહાર નીકળી જાય છે. એ શીસી ૨૫, ૫૦ અથવા ૧૦૦ ઘન શતાંશમાત્રના માપની હોય છે. એવી ૫૦ ગ્રામના માપવાળી ખાલી શીસીનું વજન લઇ લેવામાં આવે છે. તે પછી તેમાં પાણી અથવા બીજો કોઇ પ્રવાહી પદાર્થ ઉપર પ્રમાણે માથા સુધી ભરી તેને લુગડાવતી લૂછી કોરી કરીને તોળી લેવામાં આવે છે. ત્યાર બાદ તેમાંથી પાણી ઢોળી નાખી તેને લૂછી કોરી કરીને જે પ્રવાહીનું અથવા ઘન પદાર્થનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કાઢવું હોય તેને તેમાં ભરીને એ બધાને તોળી લેવામાં આવે છે. આ પ્રમાણે પ્રવાહીનું જે વજન આવે તેને પાણીના વજનથી ભાગી નાખ્યાથી તે પ્રવાહીનું અથવા ઘન પદાર્થનું સાપેક્ષ ઘટત્વ નીકળે છે. દૃષ્ટાંત તરીકે મદ્યસારનું વજન ૪૦ છે અને પાણીનું વજન ૫૦ છે તો મદ્યસારનું સાપેક્ષ ઘટત્વ $\frac{૪૦}{૫૦}$=૦.૮ હોય છે. એટલું પણ ખરૂં કે ઘણા ખરા પ્રવાહી પદાર્થોનાં સાપેક્ષ ઘટત્વ પાણીના સાપેક્ષ ઘટત્વ કરતાં વધારે હોય છે. દૂધનું સાપેક્ષ ઘટત્વ ૧.૦૩ છે, તેથી પાણીના અને દૂધના એક સરખા ઘનફળના વજનનું પ્રમાણ ૧.૦૦: ૧.૦૩ હોય છે.

સાપેક્ષ ઘટત્વની તૈયાર શીસીથી સીસાના છરાનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કાઢવાની રીત–પહેલાં ત્રાજવાંએ છરા તોળી લેવા. તે પછી છરાવાળા પલ્લામાં છરા રહેવા દઇ તેમાં સાપેક્ષ ઘટત્વવાળી શીસી પાણીથી ભરીને મૂકી તે બન્નેનું સામટું વજન લેવું. ત્યાર બાદ શીસીમાંથી પાણી ઢોળી નાખી તેમાં છરા ભરવા ને તે પછી તેમાં પાણી ભરી તેને પણ તોળી લેવી. છરાઓના ઘનફળ જેટલું પાણીનું ઘનફળ હઠી ગયેલું જણાશે. હઠી ગયેલા પાણીનું વજન, છરા સાથે પાણીવાળી શીસીના લીધેલા વજનમાંથી શીસીમાં છરા નાખ્યા પછીનુ તેનું વજન બાદ કર્યાં જેટલું હશે. એથી છરાના વજનને હઠી ગયેલા પાણીના વજન વતી ભાગ્યાથી જે આંકડો આવે તે છરાનું સાપેક્ષ ઘટત્વ છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વાયુઓનું સાપેક્ષ ઘટત્વ પણ એ જ પ્રમાણે નીકળી શકે છે. બુચવાળી શીસી હોય છે તેને પ્રથમ તોળી લઇ વાયુશોષકયંત્ર વતી તેમાંથી હવા ખેંચી લઇ તેનું ફરી વજન કરવામાં આવે છે. અત્રે એટલું કહેવું જોઇએ કે હવા પૂરેપૂરી ખેંચી લેવાતી નથી તો પણ થોડી ઘણી જે ખેંચી શકાય છે તેથી શીસી હલકી થાય છે, એટલે એ બે વજન વચ્ચેનો તફાવત હવાનું વજન હોય છે. પાણીના કરતાં હવા ૭૭૩ ઘણી હલકી છે, એટલે તેનું ઘટત્વ $\frac{૧}{૭૭૩}$ છે.

વાયુનું સાપેક્ષ ઘટત્વ.

એજ ધોરણે ઘણા ખરા પદાર્થોનાં સાપેક્ષ ઘટત્વ નક્કી કરી લેવામાં આવ્યાં છે. એમાંના કેટલાએક મુખ્ય પદાર્થોનાં ઘટત્વ ૪૬ મે પાને આપેલાં છે અને બાકીના કેટલાક મુખ્ય પદાર્થોનાં સાપેક્ષ ઘટત્વ અથવા વિશિષ્ટ ગુરુત્વ નીચે પ્રમાણે છેઃ—

મહારજત	૨૨	કાચ	૨.૫	બરફ	૦.૯
ખારૂં પાણી	૧.૦૨૫	રૂપું	૧૦.૫	શાકર	૧.૬૧
માખણ	૦.૮૭	જસત	૬.૮	કાગળ	૧.૧
		દીવેલ	૦.૯૬૯		

ચોથા પ્રકરણના પ્રશ્નો.

૧. સીસાનું ઘટત્વ એક ઘન શતાંશમાત્રે ૧૧.૩૪ ગ્રામ છે તો એક ઘન ફુટે કેટલા શેર તેનું ઘટત્વ હશે?

૨. ૧ શતાંશમાત્રના વ્યાસનો અને ૧ સહસ્ત્રગ્રામ વજનનો સીસાનો સળીઓ કેટલો લાંબો હશે?

૩. ૨ તસુ લાંબો ૧$\frac{૧}{૨}$ તસુ પહોળો અને $\frac{૭}{૧૮}$ તસુ જાડો લાકડાનો કકડો ૩૦.૩૫ ગ્રામ ભારે છે તો તેનું ઘટત્વ એક ઘનશતાંશમાત્રે કેટલા ગ્રામ હશે?

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૪. પિત્તળના લંબગોળ સહસ્ત્રગ્રામ તોલાની ઉંચાઇ ૭·૫ શતાંશમાત્ર છે તો તે તોલાનો વ્યાસ કેટલો હશે ? (એક ઘનતાંશમાત્રે ઘટત્વ ૮·૪ ગ્રામ છે).

૫. બે ગોળ દડાઓની ત્રિજ્યા ૨ શતાંશમાત્ર અને ૩ શતાંશમાત્ર છે તથા તેમનાં દળ અનુક્રમે ૨૦૦ ગ્રામ અને ૨૫૦ ગ્રામ છે તો તેમનાં ઘટત્વ સરખાવો.

૬. ૧૦૦ ગ્રામ ગંધકનો તેજાબ (ઘટત્વ એક ઘનશતાંશમાત્રે ૧·૮૪ ગ્રામ) સમાય એવડી શીસીમાં એક ઘનશતાંશમાત્રે ૧·૨૬ ગ્રામના ઘટત્વ-વાળું મધુક (ગ્લિસરીન) ભર્યું હોય તો તે કેટલા ગ્રામ જોઇએ ?

૭. ગોળ નાકાવાળી કાચની નળીનું વજન ૧૪·૬૫ ગ્રામ છે. એ નળીમાં પારો ભરતાં તેની દોરી ૧૦·૫ ગ્રામ લાંબી તથા તેનું વજન ૧૯·૧૩ ગ્રામ થાય છે. પારાનું ઘટત્વ દર ઘનશતાંશમાત્રે ૧૩·૬ ગ્રામ હોય તો એ નળીના નાકાનો વ્યાસ કેટલો હશે ?

૮. દળ, ઘનફળ અને ઘટત્વની વ્યાખ્યા આપો, અને તેમની વચ્ચે શો સંબંધ રહેલો છે તે કહો ?

૯. સોનાના અને રસેલા પિત્તળના અનિયમિત આકારના બે કકડાઓ આપ્યા હોય તો કયો કકડો સોનાનો છે તે તમે ભૌતિક રીતે કેવી રીતે જાણો?

૧૦. લાકડાના પાટીઆમાં ઘણા ખીલા માર્યા છે. એ ખીલાનું એક ઘન શતાંશમાત્રનું વજન ૦·૫ ગ્રામ છે. પાટીઆમાંથી ખીલા ખેંચી કાઢયા વિના તેમનું વજન જાણવું હોય તો તે કેવી રીતે પ્રયોગથી જાણી શકાય ?

૧૧. એક હંડરવેટના કીલોગ્રામ અને ૨૫૦ ગ્રામના આંઉસ કેટલા ?

૧૨. પદાર્થના ભારનો અર્થ શો? આકાશમાં ઉંચે ચડતાં તથા ધ્રુવ તરફ જતાં વજનની અંદર ફેરફાર જણાય છે તેનું શું કારણ છે ?

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૧૩. એક વસ્તુને ત્રાજવે તોળી જોતાં એક પલ્લામાં જેટલી તે ભારે જણાય છે તેના કરતાં બીજા પલ્લામાં તે વધારે ભારે જણાય છે, તો પછી એ વસ્તુનું ખરેખરૂં વજન કેવી રીતે કાઢવું ?

૧૪. ભારના પ્રમાણ પ્રમાણે કાંટાની કમાન લાંબી વધે છે. ૨૦૦ ગ્રામના દળવાળી વસ્તુથી તે ૧૫.૬૫ સેંટીમીટર મોટી થાય છે તો પછી ૬.૩૫ સેંટીમીટર કમાન વધતી હોય તો વસ્તુનું દળ કેટલું હશે ?

૧૫. માણસના વજનનો અર્થ શો ? તે પર્વત ઉપર ચડે છે ત્યારે તેનું વજન શા માટે ઓછું થાય છે ?

૧૬. ત્રાજવાની દાંડી ૨૦ સેંટીમીટર અને ૨૦.૨ સેંટીમીટર લાંબી છે. તો મોટી દાંડીએ લટકાવેલા ૧૦૦ ગ્રામના વજનથી ત્રાજવું સમતોલ કરવાને નાની દાંડીએ કેટલું વજન ટાંગવું પડશે ?

૧૭. પિત્તળના ગુંછળામાં ૫૫ તાર છે અને તેનો સરાસરી વ્યાસ ૧૪ તસુનો છે. પિત્તળના તારનો વ્યાસ ૦.૦૧૭ તસુનો છે તો એનું ઘટત્વ એક ઘનશતાંશમાત્રે ૮.૫૮ ગ્રામ હોય તો એ ગુંછળાનું વજન કેટલા ગ્રામ હશે ? (એક તસુ=૨.૫૪ શતાંશમાત્ર).

પ્રકરણ પાંચમું.

દ્રવ્ય, દ્રવ્યની ત્રણ અવસ્થા અને તેના સામાન્ય ગુણધર્મો.

દ્રવ્ય એટલે શું ?

આ સૃષ્ટિમાં અનેક જાતના પદાર્થોનો અનુભવ આપણને થાય છે કેટલાક આંખે જોયાથી, કેટલાએક કાને સાંભળ્યાથી કેટલાએક નાકે સુંઘ્યાથી, કેટલાએક સ્પર્શ થયાથી અને કેટલાએક જીભે ચાખ્યાથી આપણે પારખી શકીએ છીએ. આ પ્રમાણે જે વસ્તુ આપણી જ્ઞાનેંદ્રિયથી પારખી શકાય તે બધી વસ્તુ દ્રવ્યની બનેલી હોય છે. એ બધા જાત જાતના પદાર્થો દ્રવ્યના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

માત્ર પ્રકારો હોય છે. એ ઉપરાંત જે દ્રવ્ય છે તે કેવળ જગ્યા રોકે છે. વળી ગતિનું તથા બળનું સાધન પણ તે હોય છે. તેથી કરીને જે વસ્તુ જ્ઞાનેંદ્રિયથી ઓળખી શકાય, જે કેવળ જગ્યા રોકે તથા ગતિનું અને બળનું સાધન હોય તે વસ્તુ દ્રવ્ય કહેવાય. દ્રવ્યની આવી વ્યાખ્યા આપણે કરી શકીએ. આવું હોય તો પછી ઓળાને આપણે દ્રવ્ય કહેવો ? ના. નહિ જ. કારણ કે ઓળો આંખે દેખી શકાય છે ખરો, પણ તે કેવળ જગ્યા રોકતો નથી. તેને આઘો ખસેડયા સિવાય તે જ જગ્યાએ બીજી કોઇ વસ્તુ આપણે મૂકી શકીએ છીએ; એથી તે દ્રવ્ય નથી.

દ્રવ્યની ત્રણ અવસ્થા.

આપણી પૃથ્વી ઉપર આપણા અનુભવમાં આવતા જાતજાતના પદાર્થોની સંખ્યા અગણિત છે. તેના પ્રકારો પણ આપણને જુદા જુદા જણાય છે. એમ છતાં પણ એ બધા પદાર્થોની વર્ગણી આપણે કરીએ તો સૌ કોઇના ધર્મ પ્રમાણે જુદી જુદી ત્રણ અવસ્થાની અંદર તે સર્વનો સમાવેશ થઇ શકે. એ ત્રણ અવસ્થા આ પ્રમાણે છે;—(૧) જડ અથવા નક્કર જેવા હોય તે **ઘન**, (૨) પાણી જેવા હોય તે **પ્રવાહી** અને (૩) હવાની માફક દેખી શકાય નહિ એવા હોય તે **વાયુરૂપી**. પદાર્થની એ ત્રણ અવસ્થામાંની છેલ્લી બે અવસ્થાનો એટલે કે પ્રવાહી અને વાયુનો એક જ વર્ગ ગણી તેમને **દ્રવ** (ફ્લુઇડ) પણ કહેવામાં આવે છે.

ગુણધર્મનો અર્થ.

'ગુણધર્મ' શબ્દ આપણે ઉપર વાપર્યો છે, તેથી તેનો અર્થ શો છે તે આપણે પ્રથમ જાણી લેવું જોઇએ. ગુણધર્મનો અર્થ સમજવાને માટે આપણે બે ત્રણ દાખલા લઇએ તો ઠીક પડશે. ખાંડ ગળી છે, મીઠું ખારૂં છે, એમ આપણે કહીએ છીએ. એમ કહેવાનો અર્થ એટલો જ છે કે, ખાંડમાં ગળપણનો અને મીઠામાં ખારાશનો ગુણધર્મ રહેલો છે. કાગળ ધોળો છે એમ બોલતાં કાગળમાં ધોળાપણાનો ગુણધર્મ છે એમ આપણે સમજીએ છીએ. સૂર્ય તેજસ્વી છે એટલે સૂર્યમાં તેજ અથવા પ્રકાશ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પાડવાનો ગુણધર્મ રહેલો છે. આ ઉપરથી આપણે એમ કહી શકીએ; **પદાર્થોની એક પ્રકારની અસર એ તેનો ગુણધર્મ હોય છે, અને તે અસર જે પદાર્થની અંદર જેવો ગુણધર્મ રહેલો હોય તેના** **થતી હોય છે.**

દ્રવ્ય ત્રણ પ્રકારનાં આપણે કહ્યાં તો પછી એ ત્રણે પ્રકારનાં દ્રવ્યોના ગુણધર્મો પણ જાતજાતના અને ઘણા હોવા જોઇએ. નહિ વારૂ? હા. તે ઘણા છે, પરં કેટલાએક ગુણધર્મો તો એ ત્રણે પ્રકારનાં દ્રવ્યોને સામાન્ય હોય છે અને તેથી તે દ્રવ્યના સામાન્ય ગુણધર્મો કહેવાય છે, અને તે નીચે પ્રમાણે છે:

દ્રવ્યના સામાન્ય ગુણધર્મો

૧. **દ્રવ્યને રહેવાને અમુક જગ્યા જોઇએ છે જ.** દ્રવ્યનો વિસ્તાર થઇ શકે છે; એટલે વિસ્તારને લીધે જેટલું તે મોટું થાય તેટલી જગ્યા તેને સમાવાને જોઇએ જ.

૨. **બે જુદાં જુદાં દ્રવ્યો એક જ વખતે અને એની એ જગ્યાએ રહી શકતાં નથી.** કોઇ વસ્તુ કોઇ પણ જગ્યાએ પડી હોય તે ત્યાં પડી રહે ને તે છતાં તે જ સ્થળે અને વળી તે જ વખતે બીજી કોઇ પણ વસ્તુ આપણે મૂકવા જઇએ તો તે આપણે મૂકી શકતા નથી. ખાલી પ્યાલું પાણીમાં બરાબર સીધું ઉંધું ઉતારતાં તેમાં પાણી ભરાતું નથી. એથી સમજાય છે કે, ખાલી દેખાતા પ્યાલામાં પણ કોઇ પણ જાતનું દ્રવ્ય રહેલું છે; એટલું જ કે તે દ્રવ્ય આપણે નજરે જોઇ શકતા નથી. દ્રવ્ય અભેદ્ય છે એમ કહી દ્રવ્યનો આ ગુણધર્મ સમજાવી શકાય છે. આગળ ચાલતાં આપણે શીખીશું કે, દરેક જાતનું દ્રવ્ય પરમાણુ નામનાં ઝીણાં ઝીણાં અને ઘણાં જ બારીક રજકણોથી બંધાયેલું છે. એ રજકણોનો અથવા પરમાણુનો વિભાગ થઇ શકતો નથી, અને તેથી એ અવિભાજ્ય પરમાણુઓ જ ખરેખરૂં જોતાં અભેદ્ય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૩. **દ્રવ્ય સામો અટકાવ કે પ્રતિરોધ કરી શકે છે.** રાત્રિએ અંધારામાં ઓરડામાં આપણે ચાલીએ તો ઓરડામાંની જુદી જુદી વસ્તુઓ સાથે આપણે અથડાઇએ છીએ એટલે તે તમામ વસ્તુઓ આપણને ચાલતાં અટકાવે છે, અથવા સામો પ્રતિરોધ કરે છે. પાણીમાં તરતાં અથવા ચાલતાં પાણી આપણને અટકાવતું હોય એમ આપણને લાગે છે. કારણ કે તરતાં કે ચાલતાં આપણને તેટલી વધારે મહેનત પડે છે. એ જ પ્રમાણે છત્રી ઉઘાડીને તથા તેને આપણી સામે ધરી રાખીને આપણે દોડીએ તો પવન આપણને અટકાવતો હોય એવું આપણને જણાય છે. ચાદરના બે છેડા બે હાથમાં પકડી રાખી હાથ પહોળા રાખીને દોડીએ તો પણ હવા આપણને અટકાવતી હોય એવું લાગે છે. આ બધા દૃષ્ટાંતો ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે, ત્રણે પ્રકારનાં દ્રવ્યો સામો અટકાવ કરે છે.

૪. **દ્રવ્યને વજન હોય છે.** કોઇ પણ ઘન પદાર્થને ઉંચકી જોતા તે ભારે કે હલકો આપણને લાગે છે એ આપણે જાણીએ છીએ. ખાલી વાસણમાં ભરાઇ રહેલી હવાને કોઇ યુક્તિથી ખેંચી કાઢી વાસણને તોળીએ તો તે વાસણ હલકું થશે, અને તેથી આપણે કહી શકીએ કે, વાસણમાંના અદૃશ્ય દ્રવ્યનું પણ વજન હોય છે.

૫. કોઇ પણ વસ્તુની સાથે દ્રવ્ય અથડાય તો જેની સાથે તે અથડાય તેને તે પોતાની ગતિ આપી દે છે; એટલે કે એની ગતિ તે વસ્તુમાં ઉતરી જાય છે. રસ્તામાં પડેલા પત્થરને બીજા પત્થરથી ઘા કરીએ તો ઘા વાગતાં જ તે પત્થર ચાલવા માંડે છે. દડા ઉપર પાણીની ધાર ચલાવીએ તો દડો પણ ચાલે છે. બે ચાર દડાઓ એક બીજાને અડકીને રહે એવી રીતે તેમને લટકતા રાખી એક છેડાનો દડો આઘો ખસેડી ધીમેથી છોડી દઇએ તો તે દડો બીજા દડાની સાથે અથડાશે ને પોતાની ગતિ એ બીજા દડાને આપી દેશે. બીજો ત્રીજાની સાથે અથડાઇ અને ત્રીજો ચોથાની સાથે અથડાઇ પોતપોતાની ગતિ આપી દે છે; અને ચોથા દડાની પછી પાંચમો દડો નહિ હોવાને લીધે પોતાને મળેલી ગતિ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તે કોઇને આપી શકતો નથી, ને તેથી તે આઘો ખસી જાય છે. આ ઉપરથી અથડાવાથી ગતિ બીજાની અંદર ઉતરી શકે છે એ સમજી શકાય છે. કાગળને ફુંક માર્યાથી તે પણ ઉડે છે.

દ્રવ્યના સામાન્ય ગુણધર્મોનું પુનરાવર્તન આપણે કરી લઇએ. દ્રવ્ય જગ્યા રોકે છે, તે પ્રતિરોધ કરે છે, તે ભારે છે અને કોઇ વસ્તુની સાથે તે અથડાય છે ત્યારે જેની સાથે તે અથડાય છે તેને તે પોતાને મળેલી ગતિ આપી દે છે.

ઘન પદાર્થની વ્યાખ્યા.

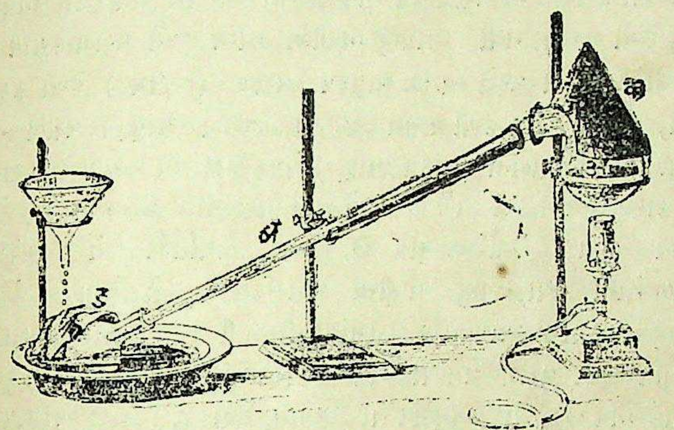
બરફનો કકડો હાથમાં લઇ તપાસી જોઇએ તો તેને અમુક આકાર હોવાનું જણાય છે. વળી, તે સખત અથવા ઘટ્ટ પણ લાગે છે. તેને ભાંગ્યા તોડયા વિના તેના ઘાટમાં ફેરફાર થતો નથી, પણ તેનું પાણી જેમ જેમ થતું જાય છે એટલે કે તે ગળી જાય છે તેમ તેમ તેનો ઘાટ બદલાઇ જાય છે. તેનાં રજકણો વચ્ચે એક પ્રકારનું આકર્ષણ રહેલું હોવાને લીધે તે રજકણો એકદમ છૂટાં પડતાં નથી અને તેથી જ તે ઘટ્ટ અને સખત લાગે છે. આ ઉપરથી ઘન પદાર્થની એવી વ્યાખ્યા આપણે બાંધી શકીએ કે, ઘન પદાર્થ હમેશાં સખત અથવા ઘટ્ટ હોય છે. તેનો પોતાનો અમુક જાતનો આકાર હોય છે, અને તેનું અમુક જાતનું કદ હોય છે. એ આકાર અને કદ ભાંગી તોડી નાખ્યા વિના અથવા તો તેના ઉપર કોઇ પણ જાતની વિક્રિયા થયા વિના તેમાં ફેરફાર થતો નથી. તેનાં રજકણો વચ્ચે ઘણું આકર્ષણ રહેલું હોય છે.

બરફના કકડાને ચપ્પુવતી અથવા હથોડીવતી ભાંગી ભૂકો કરીએ અને પછી એ ભૂકો પ્યાલામાં ભરી તેને હાથમાં પકડી રાખીએ અથવા તો તેને દેવતા ઉપર ધરીએ તો હાથની અથવા દેવતાની ગરમીને લીધે બધું બરફ ધીમે ધીમે ઓગળી જશે અને પ્યાલામાં આખરે બરફને બદલે પાણી રહેશે. જ્યાં સુધી બરફ ઘનરૂપે હતું ત્યાં સુધી તેનો આકાર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હતો તથા તેનું કદ પણ હતું. પરંતુ તેનું પાણી થયા પછી તેનો આકાર જતો રહ્યો એટલું જ નહિ પણ વાસણના આકાર જેવો તેનો આકાર થયો; પણ



આકૃતિ ૨૧.

તેનું કદ બદલાયું નહિ. વળી, તેનાં રજકણો વચ્ચેનું આકર્ષણ બળ પણ ઓછું થયેલું જણાય છે, કારણ કે તેમાં આંગળી બોળીએ છીએ તો તે તેમાં ઉતરે છે એટલું જ નહિ પણ ભીની થાય છે; એટલે કે પ્રવાહીનાં રજકણો ઝટ છૂટાં પડી જાય છે. પાણીના વાસણને જરા નમાવીએ છીએ એટલે તેમાંથી પાણીનો રેલો ચાલે છે. આ ઉપરથી પ્રવાહી પદાર્થની એવી વ્યાખ્યા બાંધી શકાય કે, પ્રવાહી પદાર્થનો પોતાનો સ્વતંત્ર આકાર હોતો નથી, પણ જેવા ઘાટવાળા વાસણમાં તેને ભર્યો હોય તેવો તેનો ઘાટ થાય છે. તેમનાં રજકણોની વચ્ચે આકર્ષણબળ ઓછું હોવાને લીધે રજકણો છૂટાં પડે છે અને તેથી તેનો રેલો ચાલે છે. તેમનું પોતાનું કદ તો હોય છે જ, કારણ કે શેર પાણી સમાય એવડા વાસણમાં સવાશેર પાણી મવડાવી શકાશે નહિ.

...कालय
गुरुकुल कांगड़ी

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બરફના પાણીવાળો પ્યાલો સગડી ઉપર મૂકીએ તો એમાંનું પાણી થોડી વારમાં ગરમ થઇ ઉકળવા માંડશે, અને તેમાંથી વરાળના ગોટેગોટા નીકળતા દેખાશે. એ વરાળ ઉડી જાય છે અને ઓરડામાં બધે ફેલાઇ જાય છે. વાયુ દેખી શકાતો નથી આપણે જાણીએ છીએ અને વરાળ દેખાય છે એટલો જ એ બે વચ્ચે ફેર છે. વાયુરૂપ વરાળ (સ્ટીમ) દેખી શકાતી નથી, પણ જે વરાળ દેખી શકાય છે તે વરાળ વાયુરૂપ વરાળ નહિ હોતાં વાયુરૂપ વરાળનાં ફોરાંરૂપ બાફ (વેપર) છે. એ બાફ દેખી શકાય છે, કારણ કે તેને ઠંડી લાગે છે એટલે તેનાં ફોરાં બાઝે છે અને એ ફોરાં ધોળા ધૂમાડા જેવાં જણાય છે. આ સ્થિતિએ તે ખરેખરી વરાળ હોતી નથી, પણ પાણીનાં ફોરાં રૂપે જ તે હોય છે. એ જ કારણે શિયાળામાં આપણા મ્હોડામાંથી નીકળતી વરાળ ધોળા ધૂમાડા રૂપે જણાય છે. વરાળયંત્રમાંથી બહાર કાઢવામાં આવતી વરાળથી રસ્તો છંટાઇ જાય છે એનો અનુભવ તો ઘણાને થયો હશે જ. આ ઉપરથી વરાળ વાયુ રૂપે દેખાતી નથી, પણ પાણી રૂપે એટલે કે બાફ રૂપે દેખાય છે. એમ સમજી શકાય છે. આ ઉપરથી વાયુની એવી વ્યાખ્યા બાંધી શકાય કે, વાયુરૂપ પદાર્થોને પોતાનો આકાર હોતો નથી તેમ તેને પોતાનું કદ હોતું નથી. તેમનાં રજકણો વચ્ચે આકર્ષણ નહિ હોવાને લીધે તેઓ બધે ફેલાઇ જતા હોય છે. વળી તેઓ અદૃશ્ય છે. (ક્લોરીન (હરિત) વાયુ તેના રંગને લીધે દેખાય છે એટલે તે અપવાદરૂપ છે.)

એનો એ પદાર્થ ત્રણે અવસ્થા ધારણ કરી શકે છે.

એનો એ પદાર્થ ત્રણે અવસ્થા ધારણ કરી શકે છે એ આપણે બરફના દાખલાથી જાણ્યું. બરફ રૂપે તે ઘન છે, પાણી રૂપે તે પ્રવાહી છે અને વરાળ રૂપે તે વાયુ છે. પણ પાણીની જેમ વરાળ થાય છે તથા તેનું જેમ બરફ થાય છે તેમ બીજા બધા પદાર્થોનું બનતું નથી. કેટલાએક પદાર્થો ઘન સ્થિતિમાંથી પાધરા વાયુ સ્થિતિમાં આવે છે: તેમને પ્રવાહીની વચલી સ્થિતિ હોતી નથી. એવા પદાર્થો ધૂમ્રલ (આયોડિન)

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અને કપૂર છે. કપૂરને તપાવ્યાથી તેની એકદમ વરાળ થઇ જાય છે. એથી ઉલટું લાખને આપણે તપાવીએ તો તે ધીમે ધીમે ઓગળી જઇ તેનો રસ થાય છે, પણ નહિ પ્રવાહી કે નહિ ઘન એવી વચલી સ્થિતિમાં તે આપણને મળી શકે છે. પદાર્થની એ ત્રણે અવસ્થાની બાબતમાં કોઈ પણ જાતનો કાયદો કે નિયમ આપણાથી બાંધી શકાતો નથી. કારણ કે વચલી સ્થિતિવાળા પદાર્થો પણ હોય છે, તો પણ પોલાદ, સીસું, મુરબ્બો, લાખ, ડામર, ગોળ, પાણી, આષ્ટ્ર (ઇથર), હવા અને આર્દ્રવાયુ (હાઇ-ડ્રોજન) એ બધામાં પહેલા ત્રણ ઘન, તે પછીના પાંચ પ્રવાહી અને છેલ્લા બે પદાર્થો વાયુ છે. લાખને પ્રવાહી ગણવામાં આવે છે, કારણ કે, તેને એ છેડેથી અધર દબાવી રાખી હોય તો તે પોતાના જ ભારથી વાંકી વળી જાય છે. ડામર ધીમે ધીમે પથરાઇ જાય છે અને ઢોળાવ હોય તો તેના ઉપરથી તે રેલાઈ પણ જાય છે; તેમજ ડામર ઉપર ધાતુનો નાનો સરખો કકડો મૂકયો હોય તો તે કકડો ડામરમાં ધીમે ધીમે નીચે ઉતરતો જાય છે. મુરબ્બાના ગુણધર્મો ઘન પદાર્થના જેવા છે, કારણ કે તેના ઉપર કોઇ વસ્તુ મુકી હોય તો તે વસ્તુ તેમાં ડૂબતી નથી, પણ તેના ઉપર જ રહે છે. તેમ જ મુરબ્બાનો રેલો ચાલી તે પથરાઇ જતો નથી. એટલા માટે પદાર્થની અવસ્થાનો આધાર ઉષ્મામાન ઉપર રહેલો હોય છે. સોનું, રૂપું ખૂબ તપાવ્યાથી ગાળી શકાય છે, એટલે કે તેમનો રસ થાય છે. લોઢાને પણ તપાવ્યું હોય તો તેનો રસ થઈ શકે છે, ને તેનાં ઢાળાં કે બીબાં બની શકે છે.

એ જ પ્રમાણે ઉષ્મામાન ઘણું જ ઓછું કર્યાથી વાયુરૂપ પદાર્થો પણ પ્રવાહી રૂપમાં આવી શકે છે, એટલુંજ નહિ પણ તેમને ઘન રૂપમાં પણ આણી શકાય છે. ગોળ બેઠકવાળો કાચનો ચંબુ આંગળી દાઝે એટલો તપાવ્યો હોય અને તે પછી તેમાં ધૂમલનો કકડો નાંખ્યો હોય તો તેની એકદમ નીલલોહિત અથવા જાંબુડા (વાયોલેટ) રંગની વરાળ થતી દેખાય છે. એ જ પ્રમાણે કપૂરની પણ પાધરી વરાળ થાય છે અને તેને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઠંડી પાડી તેનાં ફૂલ પાડવામાં આવે છે. એને **ફૂલપાડવાની ક્રિયા** (સબ્લિમેશન) કહે છે.

ઘનપદાર્થનું કદ તથા તેનો આકાર બદલવાને માટે ઘણું બળ કરવું પડે છે. તેના કદમાં તથા આકારમાં ફેરફાર થાય છે તો ઘન પદાર્થ ઉપર ઘણી તાણ (સ્ટ્રૈન) થતી હોય છે. પદાર્થ ઉપર ઘણું સખત દબાણ કરવામાં આવ્યું હોય ત્યારે એ દબાણ તે ખમીને રહે છે, પણ દબાણ ખસી ગયા પછી તે પોતાની અસલ સ્થિતિએ પાછો આવે તો તે પદાર્થ **સંપૂર્ણ ઘન** કહેવાય છે. પદાર્થ ઘણો કઠણ હશે તો ગમે તેવા દબાણની અસર તેના ઉપર થશે નહિ. દબાણની જરા પણ અસર ન થાય એવો પદાર્થ તો હોતો જ નથી, તો પણ તેવો ગુણધર્મ ઈંટની અંદર જોવામાં આવે છે. કારણ કે એક ઉપર બીજી એવી રીતે ઈંટ ઉપર ઈંટ ગોઠવી ચણવાથી ઉંચી દિવાલ બાંધી શકાય છે, પણ એક પણ ઈંટ દબાણથી વળેલી જણાતી નથી. જરા પણ દબાણ થવાને લીધે ઘન પદાર્થના આકારમાં ફેરફાર થાય તો તે પદાર્થ **નરમ** જાતનો ઘન કહેવાય છે. એનો દાખલો મુરબ્બો છે.

દ્રવ્યની અવસ્થાના વિશેષ વિભાગો.

કેટલાએક પ્રવાહી પદાર્થો ઝડપથી અને કેટલાએક ઘણા ધીમા વહે છે ત્યારે તેની અંદર સાંદ્રતા (વિસ્કૉસિટી) હોય છે એમ કહેવામાં આવે છે; એટલે કે, તે વહે છે ત્યારે તેની સામે ઓછો અથવા વધારે જેવો પ્રતિરોધ થતો હોય છે તે પ્રમાણે તેનું નામ પાડવામાં આવે છે. એ પ્રમાણે ડામરની સાંદ્રતા ઘણી છે અને ગોળની ઓછી છે. પાણીમાં સાંદ્રતા ઘણી જ ઓછી હોય છે અને આષ્ટ અથવા ઇંધિક (ઇથર) માં તે સૌથી ઓછી હોય છે. સાંદ્રતા ઓછી અથવા વધારે હોય છે તે પ્રમાણે પ્રવાહી પદાર્થ **સાંદ્ર અથવા ગતિમાન** કહેવાય છે.

આ ઉપરથી દ્રવ્યની અવસ્થાનું નીચે પ્રમાણે વર્ગીકરણ થઇ શકે છે:—

ઘન પદાર્થ { નક્કર (રિજીડ), નરમ } પ્રવાહી પદાર્થ { સાંદ્ર, ગતિમાન } વાયુ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જુદી જુદી અવસ્થામાં દળ તો તેનું તે કાયમ રહે છે.

ઘન પદાર્થ પ્રવાહી રૂપ ધારણ કરે છે અથવા પ્રવાહીની વરાળ થાય છે ત્યારે તેના દળમાં કોઇપણ જાતનો ફેરફાર થતો હોય એવું જણાયું નથી. પદાર્થના દળમાં જરાપણ ફેરફાર થતો નથી એ વાત ખરી છે. પાણીને ઉકાળીએ તે વખતે તેમાંની જરા પણ વરાળ બીજા વાસણમાં નહિ જવા દેતાં તેનું પાણી જ વાસણમાં પડે એવી ગોઠવણ રાખ્યાથી વરાળનું જે પાણી થાય તેને તોળી જોયાથી પાણીના વજનમાં ફેર પડેલો જણાતો નથી. તેમ જ પ્યાલાની અંદર બરફનો ભૂકો કાંટે લટકાવ્યો હોય અને તે પછી તેને ગરમ કરી બરફનું પાણી બનાવ્યું હોય તો બરફનું પાણી થવાથી કાંટામાં ફેર પડતો નથી. એ જ પ્રમાણે ચંબુમાં થોડું ઉનું પાણી ભરી એ પાણી પર થોડું મીઠું રાખેલો કાગળનો કકડો મૂક્યા પછી એ બન્નેને એક પલ્લામા મૂકી તેમનું વજન કરી લેવું. ત્યાર બાદ મીઠું ચંબુમાં નાંખી દેવું. મીઠું ઓગળી જશે તોપણ તેમના વજનની અંદર વધારો થયેલો જણાશે નહિ.

દળમાં ફેરફાર થયા વિના રાસાયનિક ફેરફાર પણ થાય છે. બે કસનળી (ટેસ્ટટયુબ) લેઇ તેમાંની એકમાં સીસક શુક્તિત (લેડ એસિટેટ) નામના લવણનું થોડુ દ્રાવણ નાખવું અને બીજીમાં ભસ્મીય ધુમલિલ (પોટાશિયમ આયેાડાઇડ) નું દ્રાવણ રેડવું. એ બન્ને દ્રાવણોને પ્રથમ તોળી લેવાં ને તે પછી એ બન્નેને ભેગાં કરવાં. એથી રંગ પીળો રચ્ચક થઇ જશે. એ મેળવણીને તોળી જોયાથી દળમાં ફેરફાર થયેલો માલૂમ પડશે નહિ. **એ જ પ્રમાણે દળનો ફેરફાર થયા વિના નવા સંયુકત પદાર્થ બને** છે. કાચના બે ચંબુ લઇ તેમાં સજડ બુચ બેસાડવા અને એ બન્ને બુચમાં વચ્ચે એક કાણું પાડી તેમાં કાચની નળી ઉતારવી. હવે એકાદ ચંબુમાં અપાનવાયુ (ઍમોનિયા) ભરી તેની નળીએ રબરની નળી ભેરવીને છેડાએ દોરી બાંધી લેવી. બીજા ચંબુમાં આર્દ્રહરિતકામ્લ વાયુ (હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડ ગૅસ) ભરી તેની નળીએ પણ ઉપર પ્રમાણે જ રબરની નળી ભેરવી લેવી અને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તે પછી બન્ને ચંબુની રબરની નળીના છેડાઓએ કાચની નાની નળી બેસાડી લેઇ, એ બધું તોળી લેવું. દોરી છોડી નાખી બન્ને ચંબુ વચ્ચેનો સંબંધ ચાલુ કર્યાથી ઘાટા ધોળા ધૂમાડા નીકળતા જણાશે, પણ તેથી દળમાં ફેરફાર થયેલો જણાશે નહિ.

પદાર્થની અવસ્થા બદલી શકાય છે ખરી, પણ પદાર્થનો સદંતર નાશ કરી શકાય એવી કોઇ રીત જાણવામાં આવી નથી, કારણ કે **પદાર્થ નાશવંત નથી જ.** દષ્ટાંત તરીકે મીણબત્તી બળે છે, ત્યારે તેનું મીણ બળીને જતું રહે છે એ વાત ખરી, પણ એ દહનની ક્રિયામાં ઉત્પન્ન થતા અંગારવાયુ (કાર્બોનિક ઍસિડ ગૅસ) અને આર્દ્રવાયુ (હાઇડ્રોજન) નામના પદાર્થોને ઉડી જવા નહિ દેતાં સંગ્રહી રાખવામાં આવે તો જેટલી મીણબત્તી બળી ગઇ તેના વજન કરતાં તેમાંથી ઉત્પન્ન થયેલા પદાર્થોનું વજન ભારે થયેલું જણાશે, કારણ કે મીણબત્તીએ બળતી વખતે એટલે કે તેનો રાસાયણી સંયોગ થતી વખતે હવામાંનો પ્રાણવાયુ (ઑક્સિજન) લીધેલો હોય છે.

દ્રવ્યનું અણુમય બંધારણ.

ઓરડાની અંદરના અલાતવાયુ અથવા કોલસાવાયુ (કોલગૅસ) ની નળીમાંથી એ વાયુ નીકળી ઓરડામાંની હવાની સાથે સેળભેળ થઇ જાય છે; મીઠું પણ પાણીમાં એકાકાર થઇ જાય છે; એ ઉપરથી એવી ધારણા બાંધી શકાય છે કે, બધી જાતનાં દ્રવ્યો અણુ (મૉલીક્યુલ) ને નામે ઓળખાતા ઘણાં જ બારીક રજકણોથી બંધાયલાં હોય છે, અને તેથી જ્યારે જુદા જુદા પદાર્થો એક બીજાની સાથે સેળભેળ થાય છે ત્યારે તેમના અણુઓની વચ્ચેની જગ્યામાં બીજો પદાર્થ સમાઇ જતો હોય છે એમ ધારી શકાય છે.

સાદામાં સાદાં દૃશ્યોથી એમ સમજાય છે કે, અણુઓ હમેશાં ગતિમાં જ રહેતાં હોય છે. નદી, કૂવા, તળાવ વગેરેનાં પાણી સૂકાઇ જઇ ઉડી જાય છે તેનું કારણ ઉપલો સિદ્ધાંત સ્વીકાર્યાથી જ આપી શકાય.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વાયુરૂપી પદાર્થનાં અણુઓ તેા ઝડપથી ગતિ કરતાં જ રહે છે એ આપણે સારી રીતે સમજાવી શકીએ એમ છીએ. વાયુને તપાવ્યાથી તાપની અસરને લીધે અણુઓ ઘણી ઝડપથી ગતિ કરે છે અને તેથી વાયુનું દબાણ પણ વધે છે. તાપ વધે છે એટલે પદાર્થનાં અણુઓ મેાટાં થાય છે, અને તેથી તેનેા વિસ્તાર (એકસ્પૅન્શન) થાય છે. ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ એ ત્રણે પદાર્થોને આ નિયમ લાગુ પડે છે. પરંતુ એ ત્રણે અવસ્થાનાં દ્રવ્યેાના બંધારણની બાબતમાં ફેર માત્ર એટલેા જ છે કે, અણુઓ ઘણાં આઘાં આઘાં રહે છે. વરાળને ઠંડી પાડી તેનું પાણી કરવામાં આવે ત્યારે તેનું પેાતાનું જેટલું ઘનફળ હેાય તેના કરતાં તે $\frac{૧}{૧૬૦૦}$ જેટલી ઘટી જાય છે. આથી પ્રવાહીનાં રજકણેા કરતાં વાયુનાં અણુઓ ઘણાં જ દૂર રહેતાં હેાય છે, એ આપણે સમજી શકીએ છીએ. અત્રે એટલું કહેવું જોઇએ કે, અણુનું કદ ઘણું જ નાનું અને નરી આંખે તેા શું પણ સૂક્ષ્મદર્શકયંત્ર વડે પણ નહિ દેખાય એવડું હેાય છે. અણુનેા સરાસરી વ્યાસ $\frac{૧}{૨૫૦૦૦૦૦૦}$ હેાય છે, અને જે અણુ યંત્ર વડે દેખી શકાય તેના કરતાં ૧૫૦૦ ગણું નાનું હેાય છે.

દ્રવ્યના વિશેષ ગુણધર્મો.

વિભાજ્યત્વ (ડિવિઝિબિલિટી), **છિદ્રત્વ** (પેારેાસિટી), **સંકેાચનીયતા** (કૉમ્પ્રેસિબિલિટી), **સ્થિતિસ્થાપકતા** (ઇલૅસ્ટિસિટી), એ ગુણધર્મો દ્રવ્યના સામાન્ય ગુણધર્મો કહેવાય છે, પરંતુ એ ગુણધર્મો ઉપરાંત તેમના બીજા ગુણધર્મો પણ હેાય છે. એ બીજા ગુણધર્મો બધી જાતનાં દ્રવ્યેાની અંદર એક સરખા જોવામાં આવતા નથી, તેા પણ અમુક અંશે તેા તે સામાન્ય હેાય છે. દ્રવ્યના એવા કેટલાક ગુણધર્મો નીચે પ્રમાણે છે; **નમ્યતા** (પ્લૅસ્ટિસિટી), **સ્યાનતા** (ટીનૅસિટી), **ઘનવર્ધિષ્ણુતા** (મૅલિયેબિલિટી), **કઠિનતા** (હાર્ડનેસ), **સ્નેહાકર્ષણ** (કેાહીઝન), અને **કેશાકર્ષણ** (કૅપિલૅરિટી).

વિભાજ્યત્વ.

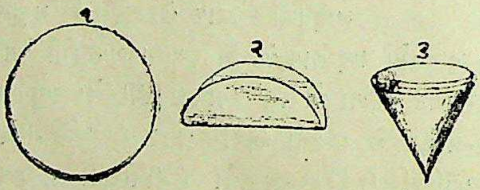
શાકરનેા કકડેા લઇ તેને વાટી ભૂકેા કરીએ તેા તેનાં અણુઓ છુટાં પાડી શકાય છે. એ ભૂકામાંથી માત્ર એક જ રજકણ આપણી આંગળીએ લેઇએ તેા એક રજ-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કણ પણ ઘણાં અણુઓનું બનેલું હોય છે. અણુના વિભાગ કરતા જઇએ તો આખરે તેના વિભાગ નહિ થઇ શકે એવી સ્થિતિ આવશે. શાકરના ભૂકાને પાણીમાં નાખીશું તો શાકર ઓગળી જશે એટલે તેનાં અણુઓ બધાં છૂટાં પડી જશે, તો પણ શાકરનું એક અણુ રસાયનશાસ્ત્રની દૃષ્ટિએ તો વધારે **પરમાણુઓનું** બનેલું છે. કારણ શાકરના ભૂકાપર ગંધકકામ્લ એટલે કે ગંધકનો તેજાબ (સલ્ફ્યુરિક ઍસિડ) રેડીએ તો શાકર બળી જઇ તેનો કોયલો થઇ જશે. એથી એના ઘટકાવયવમાં એક ઘટક અંગાર (કાર્બન) હોય છે એમ સિદ્ધ થાય છે. આથી અણુ પરમાણુના (ઍટમ) બનેલાં હોય છે અને એ પરમાણુ અવિભાજ્ય છે, તો પણ એ પરમાણુંના પણ વિભાગ થઇ શકે છે એવું હાલમાં મનાવા લાગ્યું છે. પરમાણુના એવા વિભાગને વિદ્યુદણુ (ઇલેક્ટ્રૉન) કહે છે.

છિદ્રત્વ. શાઇચૂસ કાગળને આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે વાળીને ગળણીમાં મૂકી તેમાં કાદવવાળું ડહોળું પાણી રેડ્યું હોય તો તેમાંથી પાણી નીતરી નીચે ટપકે છે. તે જ પ્રમાણે માટીની ગોળીમાંનું પાણી ઝમી બહાર આવે છે, ને તેથી ગોળી ભીની રહે છે. એથી એમ કહી શકાય કે, એ વસ્તુઓમાં



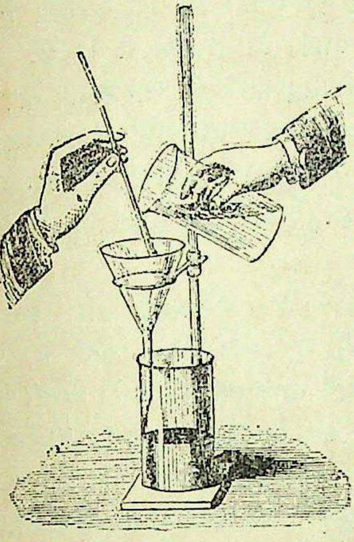
આકૃતિ ૨૩.

છિદ્રો રહેલાં છે. ઈંટને પાણીમાં બોળી હોય તો તેમાંથી બડબડ કરતી હવા બહાર નીકળી જઇ તેમાં પાણી ભરાય છે. કોરી ઈંટ કરતાં ભીની ઈંટ ભારે હોય છે. એથી ઈંટમાં પણ છિદ્રો હોય છે. એમ જણાય છે. ઈંટનાં બાંધે-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

લાં ધરેામાં ઈંટમાં થઇને હવા આવતી જતી હેાય છે. સેાનું, લેાહું અને સીસું એના જેવી ધાતુએા પણ છિદ્રમય હેાય છે એવું સાબીત કરી શકાય છે. સને ૧૬૪૦ માં ફ્રાન્સિસ એકને સીસાના દડામાં પાણી ભરી તેના ઉપર અતિશય દબાણ કરી સીસામાંથી પાણી ઝમાવ્યું હતું. એ પ્રમાણે બીજી ધાતુએા પણ છિદ્રમય હેાય છે એમ સાબીત થઇ શકે. પાણીમાં પણ છિદ્રા હેાય છે. એ હકીકત પણ છલાછલ પાણીથી ભરેલા પ્યાલામાં શાકરનેા ભૂકેા નાખ્યાથી પાણીનું એક ટીપું ઢેાળાતું નથી તે ઉપરથી સિદ્ધ થઇ શકે છે. શાઇચૂસ કાગળમાંથી પાણી નીતરે છે પણ તેમાંનેા કાદવ નીચે પડતેા નથી, તેથી એમ કહી શકાય કે, કાગળનાં છિદ્રા એટલાં બધાં બારીક હેાય છે કે તેમાંથી પાણી ઉતરી શકે છે પણ કાદવ ઉતરી શકતેા નથી. એથી જ ઘન પદાર્થનાં રજકણેા કરતાં પ્રવાહીનાં રજકણેા ઘણાં બારીક હેાય છે. (આકૃતિ ૨૪.)


આકૃતિ ૨૪.

પ્રવાહીનું છિદ્રત્વ.

પ્રવાહી પદાર્થનું છિદ્રત્વ જાણવાને માટે ભારમાપક યંત્ર (એરૅામીટર) માટે વપરાતી નળીમાં થેાડું પાણી ભરીને તેમાં ધીમે ધીમે મદ્યાર્ક (ઍલ્કેાહેાલ) રેડવેા. પાણી અને મદ્યાર્ક નળીમાં જે આંકા સુધી ભરાયાં હેાય તે આંકાએ નિશાની કરી લેવી. તે પછી નળીના મ્હેાંએ આંગળી દબાવી રાખી તેને હલાવવી. આમ કર્યાથી પાણીમાં મદ્યાર્ક મળી જશે, અને તેથી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રવાહી ઘટયું હોય એમ જણાશે; કારણ કે, મદ્યાર્કનાં અણુઓ પાણીના અણુઓની વચ્ચે રહેલી જગ્યામાં સમાઈ જાય છે.

સંકોચનીયતા.

પદાર્થ છિદ્રમય હોય તો પછી તે સંકોચનીય પણ હોવો જોઇએ, કારણ કે પદાર્થને ખૂબ દબાવ્યાથી તેનાં રજકણો દબાણને લીધે વધારે પાસે પાસે આવી શકે છે. ઘન, પ્રવાહી અને વાયુરૂપી પદાર્થો સંકોચનીય હોય છે, પણ વાયુ ઘણો જ સંકોચનીય છે. પ્રવાહી અને ઘન પદાર્થો લગભગ અસંકોચનીય ગણાય છે, તો પણ તે થોડા ઘણા તો સંકોચનીય હોય છે જ. આથી સંકોચનીયતા છિદ્રત્વના પરિણામ રૂપે હોતી નથી, પણ તે છિદ્રત્વના પુરાવા તરીકે છે.

સ્થિતિસ્થાપકતા.

પીચકારીને છેડે આંગળી સજ્જડ દબાવી રાખી ઉપરથી દાંડો દબાવ્યો હોય તો દાંડો થોડોઘણો નીચે ઉતરે છે, પણ દબાણ ખસેડી નાખ્યાથી તે દાંડો જોરથી પાછો પડે છે. મતલબ કે દબાયેલી હવા ઉપરથી દબાણ ખસી ગયાથી તે પાછી પોતાની મૂળ સ્થિતિએ આવી જાય છે. એ જ સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણધર્મ છે. વાયુરૂપી પદાર્થો પૂરેપૂરા સ્થિતિસ્થાપક હોય છે. તે જ પ્રમાણે પ્રવાહી પદાર્થો પણ પૂરેપૂરા સ્થિતિસ્થાપક હોય છે. પરંતુ ઘન પદાર્થોમાં કેટલાક સ્થિતિસ્થાપક હોય છે અને કેટલાકો નથી હોતા. તો પણ ઘન પદાર્થોની બાબતમાં સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણધર્મ, તેમને દબાવ્યાથી, ખેંચ્યાથી, વાળ્યાથી તથા તેમને વળ ચઢાવ્યાથી બતાવી શકાય છે. એમ છતાં દબાણને લીધે જણાતો સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણ જ આપણે લઈશું; કારણ તે ગુણધર્મ લગભગ બધા પદાર્થોને સામાન્ય હોય છે. હાથીદાંતના, રબરના અને કાગળના દડાને હાથમાંથી પડતા મૂકયા હોય તો તે બધા પોતાની ગુંજાશ પ્રમાણે ઉછળે છે. લાંપીની, મટોડીની, ચરબીની અને સીસાની ગોળીમાં સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણધર્મ જરાપણ હોતો નથી. વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિએ રબર કરતાં કાચની અંદર સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વધારે હોય છે, કારણ કે તેના પર કરેલું દબાણ ખસેડયાથી કાચ પોતાની મૂળ સ્થિતિએ આવે છે, પણ રબર બરાબર મૂળ સ્થિતિએ પાછું આવી શકતું નથી. રબર પોતાના ગજા કરતાં વધારે ખેંચાયું હોય તો મોટું થાય છે. લોઢાની કમાન પણ સ્થિતિસ્થાપક છે, તેમ લોઢાનો પાટડો પણ સ્થિતિસ્થાપક છે. નદી ઉપર બાંધેલા લોઢાના પૂલ ઉપર આગગાડી આવતાં દબાણથી પાટા અને પૂલનો પાટડો નમે છે, અને પાટા ઉપરથી અથવા પૂલ ઉપરથી આગગાડી ઉતરી ગયા પછી તે પાછા પોતપોતાની મૂળ સ્થિતિએ આવી જાય છે. પરંતુ એમ કરતાં પાટડાના ગજા કરતાં વધારે ભાર તેના માથા ઉંપર આવે છે તો તે પાટડો થોડો ઘણો વળેલો રહે છે. તેટલા માટે એવા પૂલ બાંધતાં લોઢાના ગજાની બાબતમાં ઘણી સંભાળ લેવી પડે છે.

આકૃતિ ૨૪

ઘન પદાર્થનું સંકોચન.

આરસપહાણના લીસા પથરા ઉપર તેલ ચોપડીને તેના પર ઉંચેથી રબરનો અને હાથીદાંતનો એમ બે દડા પડવા દીધા હોય તો તે બન્ને દડા ઉછળશે. તેઓ ઉછળે એટલે તેમને ઝીલી લેઇ તેમની તળિયે જોઇશું તો તેલનો ડાઘો પડેલો જણાશે. એ પછી એ દડાને આસ્તેથી આરસ ઉપર મૂકયાથી તેમના ઉપર તેલના જે ડાઘા પડે તે જોઇ લઇ બન્નેની સરખામણી કર્યાથી કોનું સંકોચન વધારે અને કોનું ઓછું તે જણાઇ આવે છે. દડો ઉંચેથી પડવાને લીધે તેનો જેટલો ભાગ પત્થરની સાથે અથડાય છે તેટલો ભાગ સંકોચાય છે, પણ તેમનામાં સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણ હોવાને લીધે તેઓ પાછા પોતાની મૂળ સ્થિતિએ આવે છે એટલે પરિણામે ઉછળે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મટોડી અને લાંપી જેવા પદાર્થોને ગુંધાથી અથવા કેળવ્યાથી તેમના જાતજાતના ઘાટ ઘડી શકાય છે એટલે એ ગુણધર્મને નમ્યતા કહે છે, ને એવા પદાર્થો નમ્ય કહેવાય છે. નમ્યતાનો ગુણધર્મ ભંગુરતા (બ્રિટલનેસ) ના ગુણધર્મથી તદ્દન વિરૂદ્ધ પ્રકારનો હોય છે. ભંગુર પદાર્થ કઠણ હોય છે; એટલે એક વાર ભાંગી ગયા પછી તેના કકડાઓ પાછા ભેગા કરી તેને સમો કરી શકાતો નથી. એથી ઉલટું નમ્ય પદાર્થ નરમ હોય છે અને તે ભાંગી જાય છે તે પછી તેના કકડાઓને ગુંદી તેને એકાકાર કરી શકાય છે. ભીની મટોડીની નમ્યતાને લીધે જ કુંભારો જાતજાતનાં ઘાટવાળાં વાસણો ઘડી શકે છે. ઘણાખરા કઠણ અથવા ભંગુર પદાર્થો ગરમ થયાથી નમ્ય થઇ શકે છે; દાખલા તરીકે કાચ અને લાખ.

નમ્યતા.

પદાર્થનો તાર તોડવાને કેટલું વજન જોઇએ છીએ તે નક્કી કર્યાથી સ્થાનતાનું એટલે કે પદાર્થ કેટલો ચીકણો છે તેનું માપ નીકળી શકે છે. એટલા માટે તાંબાના તારને એકાદ વળીએ બાંધી તે તૂટી જાય ત્યાંસુધી તેને નીચલે છેડે બાંધેલા પલ્લામાં વજનો મૂકયા જઇએ. આ પ્રમાણે તાર તોડવાને માટે જે બળ કરવું પડ્યું તે, પલ્લાનું અને પલ્લામાંના તોલાનું ભેગું વજન હોય છે. તાંબાના તાર જેવડા વ્યાસના જુદીજુદી ધાતુઓના તાર લઇ એ પ્રયોગ કર્યાથી કયી ધાતુ કેટલી સ્થાન અથવા ચીકણી હોય છે તે જણાય છે.

સ્થાનતા.

સ્થાનતા અથવા ચીકણાશનું માપ કાઢવાને તારને બરાબર એકસરખો કાપીએ. કાપેલા ભાગના વ્યાસનું ક્ષેત્રફળ પ્રથમ જાણી લેવું જોઇએ. એ ક્ષેત્રફળ નીચે આપેલા નિયમ પ્રમાણે કાઢી શકાય છે.

સ્થાનતાનું માપ.

$$\text{કાપેલા છેડાનું ક્ષેત્રફળ} = \frac{૨૨}{૭} \times \frac{\text{વ્યાસ}^{૨}}{૪}$$

આ ઉપરથી કહી શકાયકે, એક જાતના તારના કાપેલા છેડાનું ક્ષેત્રફળ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બીજી જાતના તારના કાપેલા છેડાના ક્ષેત્રફળ કરતાં બમણું કે ત્રણગણું હોય તો તે તારની સ્થાનતા અથવા ચીકણાશ બમણી અથવા ત્રણગણી હોય છે. એટલા માટે જુદીજુદી જાતના તારોની ચીકણાશ એકબીજાની સાથે સરખાવવી હોય તો પછી બધા તારના કાપેલા છેડા એક સરખા જ હોવા જોઇએ. બધી ધાતુમાં ભરતલ એટલે કે ઢાળાનું લોઢું ઘણું જ ચીકણું હોય છે. તે તાંબાના કરતાં બમણું અને સીસાના કરતાં ચાળીસ ગણું ચીકણું છે. પરંતુ પોલાદની ચીકણાશ કરતાં રેશમના તારની ચીકણાશ વધારે હોય છે; અને રૂના તારના વજનના પ્રમાણમાં એની ચીકણાશ ઘણીજ વધારે હોય છે, કારણકે સૂતરનો તાર તૂટયા સિવાય પોતાના વજન કરતાં ઘણું ભારે વજન ઉપાડી શકે છે. જતરડામાં તારને ખેંચ્યાથી તારની ચીકણાશ વધે છે, કારણ કે એકાદ ધાતુના તારે અને પછી તેવડી લાંબી અને તેટલા જ વજનવાળી સાંકળીએ વજન લટકાવી જોયાં હોય તો તાર વધારે ચીકણો માલૂમ પડે છે.

ઘનવર્ધિષ્ણુતા.

ઘણીખરી ચીકણી ધાતુમાં અમુક અંશે દ્રવતા રહેલી છે, તેથી તેમના સ્નેહાકર્ષણને કંઇ આંચ આવ્યા સિવાય તેમના અણુઓ આઘાપાછા થઇ શકે છે. ધાતુના તારને જતરડામાં ખેંચ્યો હોય તો તે વધીને ઘણો લાંબો થાય છે. પદાર્થના તાર ખેંચી શકાય છે, એ એક પ્રકારનો તેમનો ગુણધર્મ છે. જે પદાર્થો ઘડી શકાય છે તેમના ઘણું ખરૂં તાર પણ ખેંચી શકાય છે. સોનાના, રૂપાના, તાંબાના, પિત્તળના, લોખંડના તાર આપણા જોવામાં આવે છે. પદાર્થોને ઘડયાથી અથવા હથોડા વતી ટીપ્યાથી તેમનાં પાતળાં પતરાં બની શકે છે એ ગુણધર્મ તાર ખેંચવાના ગુણધર્મને મળતો જ છે. એકમાં ખેંચાણનો અને બીજામાં દબાણનો ઉપયોગ થતો હોય છે. સોનું રૂપું, તાંબુ, સીસું, કલાઇ વગેરે ધાતુનાં પાતળાં પતરાં બને છે. તેમને વધારે ટીપ્યાથી તેમનાં વરખ પણ થાય છે. એ બધી ધાતુઓમાં સોનાનાં વરખ સૌથી પાતળાં હોય છે. સોનાનાં વરખોને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એક ઉપર બીજું એવી રીતે ગોઠવીને તેમની એક ઇંચની ઉંચાઇ કરવી હોય તો ત્રણ લાખ વરખો લેવાં પડશે. જેનાં પતરાં થાય છે તેના તાર પણ ખેંચી શકાય છે, એવો સાધારણ નિયમ છે, તો પણ સીસાનાં પતરાં થતાં હોય છે પણ સોના રૂપાના બારીક તાર જેવા તેના તાર ખેંચી શકાતા નથી. પતરાંની બાબતમાં જેમ સોનું સર્વથી ચઢિયાતું છે, તેમ તાર ખેંચાવાની બાબતમાં મહારજત (પ્લૅટિનમ) ધાતુ સૌથી ચઢિયાતી છે. એના એક માઇલ જેવડા લાંબા તારનું વજન માત્ર સવા ગ્રૈન થાય છે. અંજન (ઍંટિમની) ધાતુનાં પતરાં બીલકુલ ઘડી શકાતાં નથી, એટલે એમાં ઘનવર્ધિષ્ણુતાનો ગુણધર્મ હોતો જ નથી.

કઠિનતા.

જે પદાર્થો પોતે પોતાના પર છેકો, કાપો કે ઘસારો થવા દેવાને સામો પ્રતિરોધ કરે છે તે કઠિનતાના ગુણધર્મને લીધે છે. કોઇ પદાર્થ કઠણ છે કે પોચો તે તેને બીજા પદાર્થની સાથે ઘસ્યાથી, તેના પર છેકો, અથવા કાપો પાડવા જતાં ઘાસ, છેકો કે કાપો પડે છે કે નહિ તે જોયા જાણ્યાથી નક્કી થઇ શકે છે. ઘન પદાર્થોનો આ ગુણધર્મ ખનિજ પદાર્થોનો અભ્યાસ કરતી વખતે ઘણો જ ઉપયોગી થઇ પડે છે, કારણ કે, ખનિજ પદાર્થને ઓળખી જુદા પાડવાને માટે એ ગુણધર્મ કામમાં આવે છે. પદાર્થો સખત છે કે પોચા તે નક્કી કરવાને માટે જાતજાતના ઘણા પદાર્થો લઇ તેમને એક બીજાની સાથે ઘસી જોવામાં આવે છે. ઘસ્યાથી જે પદાર્થ ઘસાય તે બીજાના કરતાં પોચો ગણાય છે. એક પદાર્થ બીજા પદાર્થ ઉપર કાપા પાડી શકે અથવા તેને કાપી શકે તો જે પદાર્થ કાપી શકે છે અથવા કાપો પાડી શકે છે તે પદાર્થ જે કપાય અથવા જેનાપર કાપો પડે તેના કરતાં કઠણ ગણાય છે, આ પ્રમાણે સંખ્યાબંધ પદાર્થોની કઠિનતા નક્કી કરવામાં આવી છે. હીરો સૌથી કઠણ છે, કારણ તેને લોખંડનું પાણીવાળું પાનું કાપી શકતું નથી. વળી, કાચ એવા ધારવાળા પાનાથી પણ કપાતો નથી, પરંતુ હીરાકણીથી જ કપાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સ્નેહાકર્ષણ.

એક જ પદાર્થના અણુઓ વચ્ચે જે આકર્ષણ બળ રહેલું છે તેને સ્નેહાકર્ષણ કહે છે. એને કેટલાક લોકો અણ્વાકર્ષણ એટલે અણુઓ વચ્ચેનું આકર્ષણ પણ કહે છે. જુદા જુદા પદાર્થોનાં અણુઓ વચ્ચે જે આકર્ષણ બળ રહેલું જણાય છે તે **સંબંધાકર્ષણ** (ઍડહીઝન) કહેવાય છે. દાખલા તરીકે કાચનાં અને પાણીનાં અણુઓ વચ્ચે જે આકર્ષણ હોય છે તે સંબંધાકર્ષણ છે. સ્નેહાકર્ષણનો ગુણધર્મ ઘન પદાર્થોમાં વિશેષ હોય છે, પ્રવાહી પદાર્થમાં થોડો હોય છે, અને વાયુમાં બીલકૂલ હોતો નથી. લોઢાના કકડાઓને સાંધવા હોય તો તેમને તપાવ્યાથી તેઓને સાંધી શકાય છે તે સ્નેહાકર્ષણને લીધે છે. ચિત્રક (ગ્રૅફાઇટ) નામની અધાતુના ભૂકામાંથી સીસાપેન બનાવી શકાય છે, તે એ જ ગુણધર્મને લીધે છે. એ જ પ્રમાણે વરસાદનું અથવા બીજા કોઇ પ્રવાહીનું ટીપું બંધાય છે તે પણ સ્નેહાકર્ષણને લીધે જ છે. સ્નેહાકર્ષણનો ગુણધર્મ ઓછો વધારે હોવા ઉપર પદાર્થોની અંદર કઠિનતા, શ્યાનતા વગેરે ગુણધર્મોનો આધાર રહેલો છે.

ત્રાજવાએ રકાબી ટાંગીને તેનું તોલ કરી લીધા પછી તેની નીચે પાણીવાળું વાસણ મૂકીને એ વાસણમાં પાણીના પૃષ્ઠને તે અડકે એવી રીતે તેને નીચે ઉતાર્યાથી સ્નેહાકર્ષણના અને સંબંધાકર્ષણના ગુણધર્મો બરાબર સમજી શકાય છે. એ રકાબીને પાણીથી છૂટી પાડવાને માટે સામા પલ્લામાં ઘણું વજન વધારવું પડે છે. રકાબીના હેઠલા ભાગ ઉપર પાણીનાં ટીપાં બાઝી રહેલાં હોય છે એટલે કે તે ભીની હોય છે. તે ઉપરથી એમ કહી શકાય છે કે, સ્નેહાકર્ષણના બળ કરતાં સંબંધાકર્ષણનું બળ ઘણું વધારે હોય છે. પાણીથી રકાબી છૂટી પાડતાં જેટલું વજન વધારવું પડ્યું હોય તે સ્નેહાકર્ષણના બળનું માપ છે.

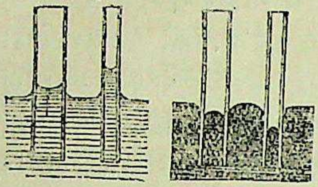
કેશાકર્ષણ.

કાચની બે તકતીઓ લઇ તેમને એક ઉપર બીજી એમ મૂકવી. તે બન્ને ખસી જાય નહિ તે માટે તેમને ઉપલે તથા નીચલે છેડે દોરી બાંધી લેવી ને તે પછી તેમનો એકાદ ખૂણો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પાણીમાં ડૂબાવી રાખ્યો હોય તો થોડી વારમાં એ બે તકતીઓની વચ્ચે



આકૃતિ ૨૫.

પાણી ચડતું જણાશે એટલું જ નહિ, પણ એ પાણી ઠેઠ મથાળા સુધી ફેલાઈ ગયેલું દેખાશે. પોતાની સપાટીથી ઉંચે ચડવાના પ્રવાહીના આ ગુણધર્મને કેષાકર્ષણ કહે છે. શાહીચૂસ કાગળનો માત્ર છેડો જ શાહીમાં બોળ્યો હોય તો તેમાં પણ શાહી ચોડે સુધી ઉંચે ચડતી દેખાય છે. હવે, ઘન પદાથ પ્રવાહી પદાર્થથી પલળી ભીનો થાય તો જે પ્રવાહી ચડે છે તેનો ઘાટ અંતર્ગોળ હોય છે, પણ પારા જેવા પ્રવાહીથી ઘન પદાર્થ પલળતો નથી, તેથી નળીની અંદરના પારાનો ઘાટ બાહ્યગોળ હોય છે. સાંકડા વેહવાળી બે નળી લઇ તેમને પાણીના તથા પારાના વાસણમાં બોળી જોયાથી એ બે પ્રવાહીના કેષાકર્ષણના ગુણધર્મ વચ્ચેનો તફાવત તરત જણાશે. દીવાની અંદર દીવેટ મારફત તેલ ચડે છે તે તથા કપડાનો એક છેડો પાણીમાં બોળી રાખ્યાથી આખું કપડું ભીનું થઇ જાય છે તે પણ એ જ ગુણધર્મને લીધે છે. ઘણા જ ઝીણા વેહવાળી નળીઓ કેષનલિકા અથવા કેષવાહિની કહેવાય છે. નળીનો વેહ જેમ બારીક તેમ તેની અંદર પાણી પણ તેટલું વધારે ઉંચું ચડે છે.

પ્રવાહી પદાર્થના વિશીષ્ટ ગુણધર્મો.

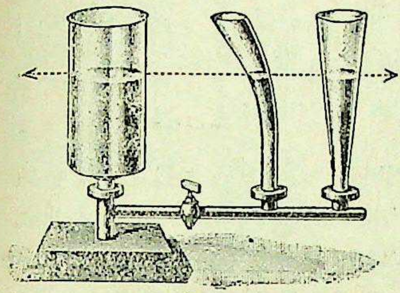
પ્રવાહીની વ્યાખ્યા બાંધતાં કહેવામાં આવ્યું છે કે પ્રવાહી પદાર્થનો પોતાનો આકાર હોતો નથી. તેને જેવા આકારવાળા વાસણમાં ભરવામાં આવ્યો હોય તેવો તેનો આકાર થતો હોય છે. પ્રવાહીનું ઘનફળ કે કદ બદલી શકાતું નથી. પ્રવાહીનો આ ગુણધર્મ વિશિષ્ટ છે, અને એથી જ ઘન કે વાયુરૂપી પદાર્થોથી તે ઝટ પરખાઈ આવે છે. પ્રવાહીવાળા વાસણને ઉંધું કર્યાથી તેમાંનું બધું પ્રવાહી બહાર નીતરી આવે છે, પણ વાસણ ગમે તેવું વાંકુંચૂકું હશે તો પણ તેમાંના પાણીનું ઉપલું પૃષ્ઠ તો એક સરખું અને સપાટ કે અનુપ્રસ્થ (હૉરિઝોંટલ) રહે છે. (આકૃતિ ૨૬.)

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જુદા જુદા ઘાટવાળાં અને વાંકાંચૂકાં વાસણો વચ્ચેનો સંબંધ નળીથી રાખ્યો હોય અને પછી તેમાંના એકાદ વાસણમાં પાણી ભર્યું હોય તો બધા વાસણમાં પાણી એક સરખું ભરાય છે અને તેની ઉપલી સપાટી બધા વાસણોમાં એક સરખી અનુપ્રસ્થ રહે છે.

પ્રવાહીની ઉપલી સપાટી એક સરખી રહે છે.



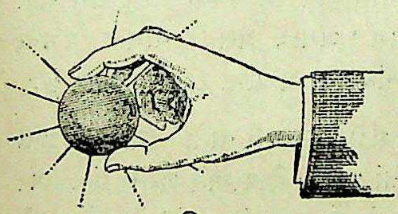
આકૃતિ ૨૬.

કાચના પ્યાલામાં તળિયું ભરાઇ રહે એટલો પારો રેડીએ અને પછી સીસાના કકડાને દોરી બાંધી તેનો ઓળંબો બનાવી લઇ પારાના પૃષ્ઠ ઉપર ઉંચે ધરી રાખીએ અને પછી ઓળંબાની દોરી અને તેનો પડછાયો એક સીધી લીટીએ છે કે નહિ તે પ્યાલામાં નજર કરી જોઇએ તો તે બન્ને એક જ સીધી લીટીએ હોવાનું જણાશે. પ્રતિબિંબ એક જ લીટીએ નહિ હોતાં જરા આઘું પાછું પડતું હોય તો પૃષ્ઠ અનુપ્રસ્થ નથી એમ સમજી શકાય છે.

અનુપ્રસ્થ સપાટી.

રબરનો દડો લઇને તેની અંદર સોયાવતી થોડાં છૂટાં છવાયાં કાણાં પાડીએ. એ પછી એ દડામાં પાણી ભરી તેને આંગળાંએ દબાવીએ તો તેનાં બધાં કાણાંમાંથી પાણીની સેર છૂટશે. આ ઉપરથી આપણે એમ કહી શકીએ કે, પાણી ઉપર થયેલું દબાણ બધે ઠેકાણે એક સરખી રીતે લાગે છે. (આકૃતિ ૨૭.)

પ્રવાહી પદાર્થ ઉપરનું દબાણ બધે ઠેકાણે એક સરખું લાગે છે.



આકૃતિ ૨૭.

પ્રવાહી પદાર્થનાં ટીપાં છૂટાં

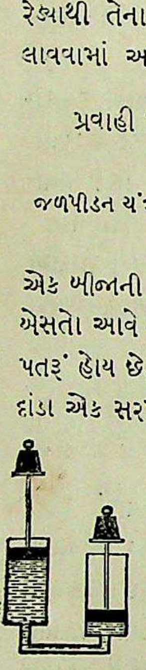
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પાડી શકાય છે તથા એ છૂટાં પડેલાં ટીપાં પાછાં એક બીજાની પાસે આવે;છે તો તે પાછાં ભેગાં થઇ જાય;છે. લાકડાના પાટીઆ ઉપર અથવા કાચના કકડા ઉપર રાખ ભભરાવીને પાણી રેડ્યાથી તેનાં ટીપાં અથવા દાણા પડી જાય છે. એ દાણા જેમ ઝીણા હોય છે તેમ તે વધારે ગોળ હોય છે. એ જ પ્રમાણે મેજ ઉપર અથવા કાગળ ઉપર પારો રેડ્યાથી તેના પણ દાણા વેરાય છે. એ દાણાઓને ખસેડી પાસે પાસે લાવવામાં આવે તો તે બધા એકમેક થઇ જાય છે.

જળપીડન યંત્ર.

પ્રવાહી પદાર્થો ઉપર થએલા દબાણની અસર બધે ઉતરી શકે છે એટલે જળપીડન અથવા જળદાબક યંત્રો (હાઇડ્રૉલિક પ્રેસ) બનાવવામાં એ ગુણધર્મનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે. એ યંત્ર આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણેના એક બીજાની સાથે સંબંધવાળા એ નળા છે. એ દરેક નળામાં દાંડો બરાબર બેસતો આવે એવી રીતે બેસાડવામાં આવેલો હોય છે, તથા તેની નીચે જાડું પતરૂં હોય છે. એ યંત્રમાં એટલું ખાસ જરૂરનું હોય છે કે, બન્ને નળામાંના દાંડા એક સરખા નહિ હોતાં નાના મોટા હોવા જોઇએ. એમાં એવી જાતની ગોઠવણ હોય છે કે, એક નળામાંનો દાંડો દબાવ્યો હોય તો બીજા નળામાંનો દાંડો ઉંચો થાય છે. નાના દાંડાએ સહેજ દબાણ કર્યાથી મોટા દાંડાએ જે દબાણ થાય છે તે ઘણું વધારે હોયછે, ને તેનું પ્રમાણ દાંડાના હેઠલા ભાગમાં ક્ષેત્રફળના પ્રમાણ પ્રમાણે હોય છે. ઉપલી બાજુ તરફ થતા એ દબાણનો ઉપયોગ 'બ્રમાહ પ્રેસ' નામના યંત્રમાં અથવા રૂની ગાંસડી બાંધવાના સંચામાં કરવામાં આવે છે.



આકૃતિ ૨૮.

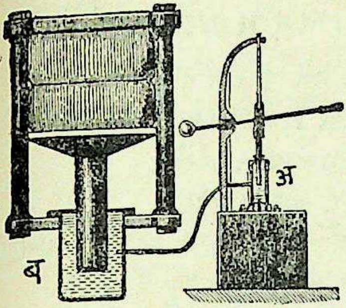
ગાંસડી બાંધવાવાળાં યંત્રો (હાઇડ્રોલિક પ્રેસ.)

જળપીડન યંત્રની મોટી નળીના દાંડાની સપાટી નાની નળીના દાંડાની સપાટી કરતાં બમણી હોય અને બન્ને દાંડા ઉપર દસ શેરનું વજન મૂકવામાં આવ્યું હોય તો બન્ને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દાંડાઓ સમતોલ રહેશે નહિ. જમણા હાથ ઉપરનું વજન ઉપર ઉંચકાઇ આવશે અને તેને સમતોલ કરવાને માટે મોટા દાંડા ઉપર વીસ શેરનું વજન મૂકવું પડશે. જમણા હાથવાળું વજન સો ગણું વધારે હશે તો તેને સમતોલ કરવાને માટે ૧૦૦૦ પાઉંડનું વજન મૂકવું પડશે. આ ઉપરથી એમ જણાય છે કે દાંડાની સપાટીના પ્રમાણમાં ઉપલી તરફનું બળ હોય છે. રૂની ગાંસડી બાંધવાના સંચામાં પણ એવી જ ગોઠવણ હોય છે. એમાં દાંડા નાના મોટા હોય છે. એથી अ ઉપર સહેજ બળ વાપર્યાથી તેના દાંડાના ક્ષેત્રફળ કરતાં ब ના દાંડાનું ક્ષેત્રફળ જેટલું મોટું હશે તેના પ્રમાણ પ્રમાણે ઉપલી તરફનું બળ ઘણું જ વધારે થશે.



આકૃતિ ૨૯.

દાખલા તરીકે अ દાંડાએ ૬૦ શેરનું દબાણ કરવામાં આવશે તો તે ૩૦૦ શેરના જોરથી નીચો ઉતરશે, અને ब તેના કરતાં ૧૦૦ ગણો મોટો હશે તો ૩૦૦૦૦ શેરના દબાણથી તે ઉંચો ચડશે.

વાયુના વિશિષ્ટ ગુણધર્મો.

ઘન પદાર્થોનાં પોતપોતાનાં કદ અને આકાર બન્ને, તેમના ઉપર બીજી કોઇપણ જાતની અસર થતી ન હોય તો ટકી રહે છે, પણ પ્રવાહી પદાર્થનું તો માત્ર કદજ ટકી રહે છે. વાયુનો આકાર કે તેનું કદ એ એમાંથી કંઇ પણ ટકી રહેતું નથી. ઘણા જ થોડા વાયુને મોટા વાસણમાં ભરવામાં આવે તો આખા વાસણમાં તે ફેલાઇ જાય છે અને તેથી આખું વાસણ તેનાથી ભરાઇ રહે છે. વાયુઓ સહેલાઇથી સંકોચી શકાય છે, પણ એમાં પણ અમુક નિયમ પ્રમાણે જ તેનું વર્તન થતું હોય છે. ઉષ્મામાનમાં ફેરફાર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નહિ થતાં તે તેનું તે રહે છે ત્યારે જે પ્રમાણમાં દબાણ ઘટે છે અથવા વધે છે તે જ પ્રમાણમાં ઘનફળ વધે છે અથવા ઘટે છે.

પાંચમા પ્રકરણને લગતા પ્રશ્નો.

૧. દ્રવ્ય અથવા દ્રવ્યમય પદાર્થ એટલે તમે શું સમજો છો ?

૨. બધી જાતના દ્રવ્યોના ગુણધર્મોમાંથી કેટલાક ગણાવો, અને ગુણધર્મ એટલે શું તે તમે તમારા પોતાના શબ્દોથી સમજાવો.

૩. ઘન પદાર્થો છિદ્રમય છે એ પ્રયોગથી સાબીત કરો.

૪. ઘન પદાર્થ અથવા આરસનો દડો સ્થિતિસ્થાપક છે એ સાબીત કરવાને માટે તમે કયો પ્રયોગ કરી બતાવશો ?

૫. અનુકુળ સંજોગો હોય તો એકનો એક પદાર્થ જુદી જુદી અવસ્થા ધારણ કરી શકે છે. આ પ્રમાણે કહેવાને માટે કેટલાક પ્રયોગોનું પૂરેપૂરું વર્ણન કરો.

૬. પદાર્થ ઘન સ્થિતિમાં હોય ત્યારે તે પદાર્થમાં સામાન્ય રીતે કયા ગુણધર્મો રહેલા હોય છે ? એમાંના મુખ્ય ગુણધર્મો આવી જાય એવી રીતે ઘનની વ્યાખ્યા આપો.

૭. ઘન પદાર્થ કરતાં પ્રવાહી પદાર્થો કયી બાબતમાં જુદા પડે છે ?

૮. વાયુરૂપી અને પ્રવાહી પદાર્થો કયી બાબતમાં એક બીજાથી જુદા હોય છે?

૯. ઘન પદાર્થોની અંદર જોવામાં ન આવતા હોય એવા કયા ખાસ ગુણધર્મો પ્રવાહીમાં હોય છે ? ઘન અને પ્રવાહી બન્ને અવસ્થાવાળા પદાર્થોમાં જણાતા ન હોય એવા કયા ગુણધર્મો વાયુમાં હોય છે ?

૧૦. પ્રવાહી પદાર્થના ખાસ વિશિષ્ટ ગુણધર્મોની વ્યાખ્યા આપો. પ્રવાહી પદાર્થો પૂરેપૂરા દ્રવ રહેવાને અટકાવતારા ગુણધર્મને કયું નામ આપણે આપીએ છીએ ? એ વિષે તમે શું જાણો છો ?

૧૧. પ્રવાહી પદાર્થો બધી દિશામાં એક સરખું દબાણ કરી શકે છે એ સાબીત કરવા માટેના પ્રયોગનું વર્ણન કરો.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૧૨. દ્રવ્યની જુદી જુદી અવસ્થામાં દ્રવ્યનું વજન તો તેનું તે જ રહે છે એ સિદ્ધ કરવાને માટે તમે કયો પ્રયોગ કરશો ?

૧૩. ડામરની અંદર સીસાનો છરો ધીમે ધીમે ઉતરી જાય છે અને નરમ મીણની ઉપર તે રહી શકે છે તેનું કારણ સમજાવો.

૧૪. ડામરને સાંદ્ર દ્રવ અને મીણને નમ્ય ઘન પદાર્થ શા માટે કહેવામાં આવે છે ?

૧૫. રસાયણી ફેરફાર થાય છે ત્યારે વજનમાં વધારો કે ઘટાડો થતો નથી તથા ભૌતિક ફેરફાર થાય છે ત્યારે પણ વજનમાં વધારો કે ઘટાડો થતો નથી તેના પ્રયોગોનું વર્ણન કરો.

૧૬. ઘન પદાર્થ સ્થિતિસ્થાપક છે એમ કહેવાથી તમે શું સમજો છો ? આરસનો દડો સ્થિતિસ્થાપક છે એમ સાબીત કરવાને તમે કયો પ્રયોગ કરશો ?

૧૭. સાંકડા મ્હોંની બે કાચની નળીઓ છે; તેમાંની એક નળીના મ્હોંનો વ્યાસ બીજીના કરતાં બમણો છે. એ બન્ને નળીઓને વારાફરતી પાણીમાં અને પારામાં બોળવામાં આવે તો એ બન્ને નળીઓમાં કેવી જાતની અસર થશે તેનું વર્ણન કરો તથા તેની આકૃતિ દોરો.

પ્રકરણ છઠ્ઠું.

પ્રવાહીમાં દબાણ અને સાપેક્ષ ઘટત્વ.

હવાનું દબાણ બધી બાજુએ એક સરખું થતું હોય છે એ આપણે જાણીએ છીએ. પ્રવાહીનું પણ એજ પ્રમાણે છે.

પ્રવાહીનું દબાણ.

પ્રવાહીનું દબાણ ઉપરથી છેક તળિયા સુધી વધ્યું જતું હોય છે, અને તે, ઉંડાઈના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રમાણ પ્રમાણે હોય છે, પણ તેના જથા ઉપર દબાણનો આધાર હોતો નથી. દાખલા તરીકે એક સરખાં ઉંચાં ચીનાઇ પતરાંનાં ભુંગળી જેવાં બે વાસણ લઇએ અને તે વાસણોને મથાળે તથા હેઠલા ભાગ ઉપર બાજુએ એવી રીતે બે કાણાં પાડીએ કે તેમાંના એક વાસણને મથાળે સાંકડી નળી અને બીજા વાસણને મથાળે પહોળી ગળણી બેસાડી શકાય. એ પછી એ બન્ને વાસણના હેઠલી બાજુ ઉપરના કાણામાં બુચ મારી દઇએ. એટલું યાદ રાખવું કે, નળીની અને ગળણીની ઉપલી સપાટી અનુપ્રસ્થ હોવી જોઇએ. આટલું કર્યાપછી એ બન્ને વાસણમાં પાણી ભરીએ તો નળીવાળા વાસણમાં જેટલું પાણી સમાશે તેના કરતાં ગળણીવાળા વાસણમાં તે વધારે માશે. આ પછી બન્ને વાસણના બૂચ કાઢી લઇએ તો બન્ને વાસણમાંના પાણીની ધાર લાંબી ટુંકી નહિ પડતાં એક સરખી આઘી પડેલી જણાશે. નળીવાળા વાસણમાં પાણી થોડું માયું હોય છે તેને લીધે તે વહેલું ખાલી થાય છે. ગળણીવાળા વાસણમાં પાણી વધારે માયું તો પણ તેમાંની ધાર વધારે આઘી ગઇ નહિ તેથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે, પ્રવાહીના જથા ઉપર દબાણનો આધાર હોતો નથી. પરંતુ એ જ વાસણમાંની નાની નળીને બદલે લાંબી નળી બેસાડી એ પ્રયોગ કરી જોવામાં આવે તો એ વાસણ પૂરૂં ભરાય તે પહેલાં પાણીના દબાણને લીધે બૂચ ઉડી પડે છે, તથા એની ધાર પણ આઘી પડે છે. આથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે, દબાણનો આધાર ઉંચાઇ ઉપર જ રહેલો હોય છે.

પ્રવાહીનું દબાણ કેટલું હશે ? વાસણનું તળિયું એક ચોરસફુટ ક્ષેત્રફળનું હોય તો તેના ઉપર પાણીનું દબાણ એક ઘનફુટ પાણીના વજન જેટલું એટલે કે ૬૨.૫ શેરનું હશે. તળાવ, ટાંકાં, કૂવા અથવા બીજા જળાશયોનાં તળિયાં ઉપર અથવા તળાવના બંધની બાજુએ પાણીનું કેટલું દબાણ હશે તે આપણે જાણવું હોય તો તે જગ્યા કેટલી ઉંડી છે તે જાણ્યાથી જાણી શકાય છે. જે નિયમે પાણીનું દબાણ આપણે શોધી કાઢીએ છીએ તે જ નિયમે બીજા કોઇ પણ પ્રવાહીનું

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દબાણ કાઢી શકાય છે. પરંતુ પ્રવાહીના પોતાના વજનથી દબાણ માપવામાં આવે છે, તેથી પ્રવાહી ઘટ્ટ વધારે હોય છે તેમ તેનું વજન પણ વધારે હોય છે, અને તેથી તેના ઉપરનું દબાણ પણ તેટલું વધારે હોય છે એટલું યાદ રાખવું જરૂરનું છે. આ બાબત સ્પષ્ટ કરવાને માટે આપણે દાખલો લઇએ: નળીમાંના ૭૬ શતાંશમાત્ર ઉંચા પારાનું દબાણ દર ચોરસ શતાંશમાત્રે કેટલા ગ્રામ હશે ?

એક ચોરસ શતાંશમાત્રના વેહવાળી નળીમાંના ૭૬ શતાંશમાત્ર પારાનું ઘનફળ ૭૬ ઘન શતાંશમાત્ર છે. પણ પારાનું ઘટત્વ ૧૩.૬ હોય છે એટલે નળીમાંના પારાનું વજન ૭૬×૧૩.૬ ગ્રામ એટલે કે ૧૦૩૪ ગ્રામ છે, ને તેથી તેનું દબાણ દર ચોરસ શતાંશમાત્રે ૧૦૩૪ ગ્રામ છે.

બીજો દાખલો લઇએ: પાણીની અંદર ૩૦ ફુટની ઉંડાઇએ દર ચોરસ તસુએ કેટલા શેરનું દબાણ હશે ?

એક ચોરસ તસુના વેહવાળી નળીમાં ૩૦ ફુટ પારાનું ઘનફળ ૩૦×૧૨ ઘનતસુ છે. પાણીનું ઘટત્વ ૬૨.૫ દર ઘન ફુટે હોય છે એટલે તે દર ઘન તસુએ $\frac{૬૨.૫}{૧૭૨૮}$ હોય છે. તેથી પાણીનું વજન $\frac{૩૦×૧૨×૬૨.૫}{૧૭૨૮}$ શેર એટલે કે ૧૩.૦૨ શેર હોય છે, અને તેથી દબાણ પણ દર ચોરસ તસુએ ૧૩.૦૨ શેર હોય છે.

પ્રવાહીની અંદર ઉપલી બાજુનું દબાણ. પ્રવાહીમાં અમુક સ્થળે ઉપલી બાજુનું દબાણ તે સ્થળની ઉપરના પ્રવાહીના નીચલી તરફના દબાણની બરાબર હોય છે. આ નિયમ આપણે સહેલથી બતાવી શકીએ છીએ. ભુંગળાના આકારનું પહોળા મ્હોંનું કાચનું વાસણ લેવું અને તેમાં અર્ધો અર્ધ પાણી ભરવું. તે પછી બન્ને છેડેથી ખુલ્લી નળી લેઇ તેની કોરે બરાબર બેસતું આવે એવું ગોળ પતરૂં રાખવું. પતરાની કડીને બાંધી લીધેલી દોરી નળીમાં થઇને બહાર ખેંચી લઇ નળીને તળિયે પતરૂં બરાબર રાખી દોરી બરાબર ખેંચી રાખીને નળીને પાણીના વાસણમાં ઉતારવી. નળી થોડે સુધી પાણીમાં ઉતર્યા પછી હાથમાંની

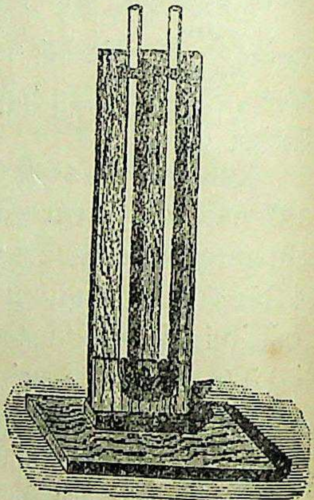
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દોરી ઢીલી પડી જાય છે. એ વખતે દોરી હાથમાંથી છોડી દીધાથી પતરૂં પડી જતું નથી. પાણીનું ઉપલી બાજુનું દબાણ તેને પડી જતાં અટકાવે છે. એ નળીમાં ઉપલે છેડેથી પાણી રેડવા માંડયું હોય તો પણ પતરૂં પડતું નથી, પણ વાસણમાંના અને નળીમાંના પાણીની સપાટી એક સરખી થાય છે ત્યાં સુધી પતરૂં નળીને વળગેલું રહે છે. પણ તે સપાટી કરતાં પણ વધારે પાણી તેમાં રેડવામાં આવે તો પતરા ઉપરનું નીચલી તરફનું દબાણ પાણીના ઉપલી બાજુના દબાણ કરતાં વધી જાય છે અને તેથી તે પડી જાય છે. પણ નળીમાંના પાણીની સપાટી વાસણમાંના પાણીની સપાટી કરતાં ઓછી હશે ત્યાં સુધી પતરાની નીચલી બાજુએ વાસણમાંના પાણીનું જે દબાણ ઉપલી તરફ થાય છે તે દબાણ નળીમાંના પાણીનું જે દબાણ પતરા ઉપર નીચલી તરફ થાય છે તેના કરતાં વધારે હશે અને તેથી તે છૂટું પડશે નહિ, અને નળીને વળગીને રહેશે.

દબાણનું માપ.

ઉભા ટીલાના કે તિલકના આકારની અથવા અંગ્રેજી ‘ યુ ’ અક્ષરના ઘાટની બન્ને છેડેથી ખુલ્લી નળી લઇ તેમાં પારો ભરીએ તો નળીની બન્ને બાંયમાં પારો હવાના એક સરખા દબાણને લીધે એક સપાટીએ રહેશે. પણ એ નળીના એક છેડાએ રબરની નળી બેસાડી તેની અંદર હવા ભરી હોય તો તેમાંના પારા ઉપર દબાણ વધવાને લીધે બન્ને બાંયમાંના પારાની સપાટી એક સરખી રહેશે નહિ. પણ જે બાંયે રબરની નળી બેસાડી હોય છે તે બાંયમાં પારો નીચે ઉતર્યો હોય છે અને બીજી બાંયમાં તે ઉંચો ચઢયો હોય છે, એટલે એ સપાટી વચ્ચેનો તફાવત હવાનું જેટલું દબાણ થયું હોય છે તેના



આકૃતિ ૩૦.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

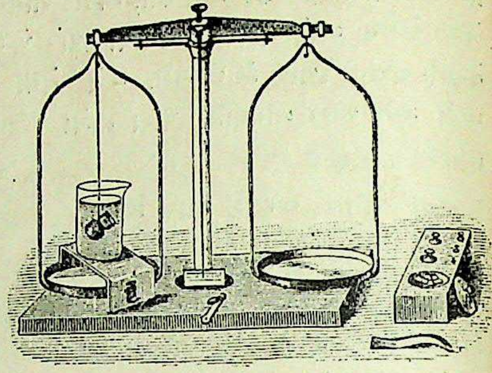
પ્રમાણ પ્રમાણે હોય છે. એમ છતાં એકાદ બાંયમાંની હવા કોઇ યુક્તિથી ખેંચી લેવામાં આવે તો જે બાંયમાંથી હવા ખેંચી લેવામાં આવી હોય તેમાંની હવાનું દબાણ ઓછું થશે, અને તેથી તે બાંયમાં પારો ઉંચો ચઢશે અને બીજી બાંયમાંનો પારો નીચો ઉતરશે. એથી એ **સપાટી** ઉપરના દબાણની અંદર જરા પણ જે ફેર પડે છે તે નળીમાંના પારાના માપથી જણાઇ આવે છે.

હવે એ ટીલાના આકારની નળીમાં પારો એક સપાટીએ પાછો આવવા દઇએ, અને क અને ड એ બે જગ્યાએ પારાની સપાટીની નીચે દબાણ એક શતાંશમાત્રનું છે એમ ધારીએ. વળી એમ ધારીએ કે, નળીનો કાપેલો છેડો એક ચોરસ શતાંશમાત્રનો છે. નળીની બન્ને બાંયમાં હવાનું દબાણ એક સરખું હોય છે, તેથી તે દબાણને આપણે ગણત્રીમાં લઇએ નહિ તો क અને ड જગ્યાએ દબાણ એક ઘન શતાંશમાત્ર પારાના વજન જેટલું એટલે કે ૧૩.૬ ગ્રામ હોય છે; અથવા બન્ને જગ્યાએ દબાણ, દર ચોરસ શતાંશમાત્રે ૧૩.૬ ગ્રામની બરોબર હોય છે. એ પ્રમાણે ગમે તે જગ્યાએ, દાખલા તરીકે इ અને फ આગળ પણ, દબાણ એક સરખું જ હોય છે. આ ઉપરથી એવો નિયમ બાંધી શકાય કે, **પ્રવાહીવાળી ટીલાના આકારની નળીમાંના એક સરખા અનુપ્રસ્થ પૃષ્ઠ ઉપર દબાણ એક સરખાં હોય છે.**

ઘન પદાર્થને પ્રવાહીમાં ટંગાયલો રાખવામાં આવે ત્યારે તેનું વજન **માત્ર દેખાઇતું ઓછું** થાય છે. પ્રયોગથી આપણે સાબીત કરી શકીએ એમ છીએ કે, પાણીની બહાર પદાર્થનું જેટલું વજન હોય છે તેના કરતાં પાણીમાં તેનું વજન પાણીના ઉપલી તરફના દબાણને લીધે તેટલું ઓછું થાય છે. દાખલા તરીકે, એક ઘન શતાંશમાત્ર સીસાના કકડાને કાંટે બાંધી લઇ પાણીમાં ઉતારી લટકતો રાખ્યો હોય તો પાણીની બહાર તેનું જેટલું વજન હશે તેના કરતાં પાણીમાં તે એક ગ્રામ હલકો થશે. આ પ્રમાણે જોતાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

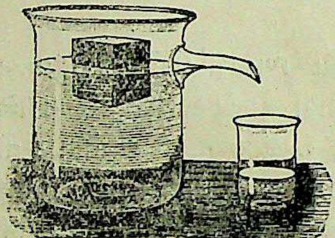


આકૃતિ ૩૧.

પાણીમાં પદાર્થ ડૂબતાં જેટલું પાણી ઉંચું ચડે છે અથવા ખસે છે તેટલા પાણીના વજન જેટલો તે પદાર્થ હલકો થાય છે. આ ઉપરથી જ 'આર્કિમિડિઝે' પોતાનો જગવિખ્યાત સિદ્ધાંત શોધી કાઢ્યો, અને તેથી તે સિદ્ધાંત એના નામથી જ પ્રસિદ્ધ છે.

પ્લવન શક્તિ.

પાણીમાં વસ્તુ નાખ્યાથી તે પાણી ઉપર તરી આવે છે. આ પ્રમાણે વસ્તુને ઉંપર તેરવી લેવાનો પાણીમાં ખાસ ગુણ રહેલો છે. એને પાણીની પ્લવનશક્તિ (બોયન્સિ) કહે છે. પાણીમાં આપણે હાથ બોળ્યો હોય તો આપણો હાથ ઉપર તરી આવતો હોય એમ આપણને જણાય છે. લાકડાના કકડાને આંગળી વતી દબાવી પાણીમાં ડૂબાડીને આંગળી ખસેડી લીધી હોય તો એ કકડો એકદમ પાણી ઉપર તરી આવે છે. તે હલકો છે તેથી એમ થાય છે એ ખરૂં. પરંતુ ભારે પદાર્થને પણ એ પ્રમાણે ડૂબાડ્યાથી તેનું વજન ઓછું થાય છે. કૂવાના પાણીમાં ઘડો ખૂડ્યા પછી તે પાણીમાં હોય તે વખતે તેને ખેંચતાં તેનું વજન આપણને જણાતું નથી. તે હલકો ફુલ જેવો લાગે છે. પણ તે ઘડો પાણીની બહાર આવે છે એટલે આપણને તે ભારે લાગે છે. એ જ પ્લવનશક્તિની અસરને લીધે છે.



આકૃતિ ૩૨.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આર્કિમિડિઝનો સિદ્ધાંત. **કોઇ પણ પદાર્થને પાણીમાં ડૂબાડવામાં આવે છે ત્યારે જેટલા વજનનું પાણી ખસે છે તેટલા જ વજન જેટલો તે પદાર્થ હલકો થાય છે.** પાણીમાં પદાર્થનું વજન હલકું થતું હોય છે. તે જ પ્રમાણે ગમે તેવા પ્રવાહી પદાર્થમાં વસ્તુ ડૂબ્યાથી જેટલું પ્રવાહી ખસે છે તેના ઘનફળના વજન જેટલી તે વસ્તુ હલકી થાય છે. તેથી પાણીમાં વસ્તુને બોળ્યાથી પાણીના ઉપલી તરફના દબાણને લીધે તે ઉપર તરી આવે છે ને જેટલા વજનનું પાણી તેનાથી ખસે છે તેની બરાબર થાય છે. એમાં વસ્તુ કેવી જાતના પદાર્થની બનેલી હોય છે તેનો કંઇ પણ વિચાર કરવાનો હોતો નથી. પદાર્થનું જે વજન ઘટે છે તેનો આધાર પદાર્થની જાત ઉપર હોતો નથી, પણ તે પદાર્થનો જેટલો ભાગ ડૂબ્યો હોય છે તેના ઘનફળ ઉપર જ તેનો આધાર હોય છે.

પાણીની પ્લવનશક્તિને લીધે હજારો મણના માલ તથા ઉતારૂઓવાળાં મોટાં મોટાં વહાણો અને આગબોટો પાણી ઉપર તરતાં રહી શકે છે. આનું કારણ એવું છે કે, વહાણની અંદરના બધા માલની સાથે તેનો જેટલો ભાગ પાણીમાં ડૂબ્યો હોય અને તેને લીધે જેટલું પાણી ખસ્યું હોય તેના વજનની બરાબર આખી આગબોટનું વજન હોય છે. વહાણના કદ જેવડા જ પાણીના જથ્થાનું જેટલું વજન થાય તેના કરતાં આખા વહાણનું વજન ઓછું હોય છે, અને તેથી તે તરે છે.

કેટલાક ઘનપદાર્થો પાણીમાં તરતા રહે છે અને કેટલાક ડૂબી જાય છે તેનું કારણ હવે આપણે સમજી શકીએ એમ છીએ. પદાર્થના જેવડા જ પાણીના ઘનફળ કરતાં જે પદાર્થનું વજન વધારે હોય છે તે પદાર્થ પાણીમાં ડૂબી જાય છે. પણ તેનું વજન એવડા જ કદના પાણીના ઘનફળ કરતાં ઓછું હોય છે તો તે તરે છે અને પાણીના ઘનફળ જેટલું જ તેનું વજન હોય છે ત્યારે તે પાણીમાં ગમે ત્યાં અધવચ્ચ તરતો રહે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વિમાન અથવા બલૂન હવામાં ઉંચે ચડે છે, કારણ કે એવડા જ ઘનફળની હવા કરતાં તેનું સમગ્ર વજન ઓછું હોય છે. વિમાનને ઉડતું મૂકી દીધું હોય તો એક સરખા ઘનફળની હવાના વજન જેટલું તેનું વજન જે ઠેકાણે થશે તે ઠેકાણા સુધી તે ઉંચે-ચડયાં કરશે.

ઘનપદાર્થનું સાપેક્ષ ઘટત્વ.

"આર્કિમિડિઝ" ના સિદ્ધાંત પ્રમાણે સાપેક્ષ ઘટત્વ શોધી કાઢવું હોય તો પાણીમાં વસ્તુ બૂડયાથી જે પાણી ઉંચે ચડે છે તેનું જેટલું વજન હોય છે તેટલા વજન જેટલી તે વસ્તુ હલકી થાય છે એવું આપણે જાણીએ છીએ, અને તેથી ઘનપદાર્થનું સાપેક્ષ ઘટત્વ શોધી કાઢી શકાય છે.

એટલું આપણે સાધારણ જાણીએ છીએ કે,

$$\text{સાપેક્ષ ઘટત્વ} = \frac{\text{પદાર્થનું વજન}}{\text{પાણીના તેટલા જ ઘનફળનું વજન.}} = \frac{\text{પદાથનું વજન.}}{\text{પાણીમાં દેખાઇતું ઘટેલું વજન.}}$$

હોય છે, એટલે જે ઘન પદાર્થનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કાઢવું હોય તેને કાંટે લટકાવી તેનું વજન કાઢી લેવામાં આવે છે. એ પછી એ પદાર્થની નીચે પાણીથી ભરેલો પ્યાલો મૂકી તેમાં તેને ડૂબેલો રાખવામાં આવે છે. એથી તેનું જેટલું વજન ઓછું થાય છે તે એવડા જ કદના પાણીના વજનની બરાબર હોય છે. એથી હવામાં લીધેલા વજનને પાણીમાં ઓછા થયેલા વજન વતી ભાગી નાંખીએ તો તેનું સાપેક્ષ ઘટત્વ નીકળે છે. દાખલા તરીકે હવામાં લીધેલું સીસાનું વજન ૧૦૦ ગ્રામ થયું હોય ને પાણીમાં તેનું વજન ૯૦ ગ્રામ થયું હોય તો તેનું વજન પાણીમાં ૧૦ ગ્રામ ઓછું થાય છે, એટલે ૧૦૦ ને ૧૦ વતી ભાગ્યાથી સીસાનું સાપેક્ષ ઘટત્વ ૧૦ આવે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કંસિકામાં અથવા માપવાળા કાચના વાસણમાં અમુક માપ સુધીનું પાણી રેડીને આશરે ૧૫ શતાંશમાત્ર લાંબી અને કાપેલો છેડો ૧ ચોરસ શતાંશમાત્ર હોય એવડી લાકડાની પટીનું વજન લઇ તેને પાણીમાં કોઇ યુક્તિથી ઉભી રાખ્યાથી કેટલા ઘન શતાંશમાત્ર તે પાણીમાં ડૂબે છે તથા પાણી કેટલા ઘન સેંટીમીટર ઉંચું ચડે છે તેનાં માપ જોઇ લેવાં. આપણે જાણીએ છીએ કે, એક ઘન સેંટીમીટર અથવા ઘન શતાંશમાત્ર પાણીનું વજન એક ગ્રામ હોય છે, એટલે જેટલા ઘન સેંટીમીટર વા ઘનશતાંશમાત્ર પાણી હઠે છે તે જ ખસેલા પાણીનું વજન છે. આ વજન આખી પટીના વજન જેટલું થાય છે.

સમતોલ રહેતા પ્રવાહીથી સાપેક્ષ ઘટત્વ નક્કી કરવાની રીત. પ્રવાહી પદાર્થોને એક બીજાની સાથે સમતોલ રાખીને તેમનાં ઘટત્વ સરખાવવા માટે ઉભા ટીલા જેવી કાચની નળી વાપર્યાથી ઘણું સહેલું પડે છે. એ નળીની પાછળ માપવાળું પાટીઉં રાખેલું હોય છે. એના તળિયાનો ગોળ ભાગ ભરાઇ રહે તથા ઉભી બાંયોમાં પણ તે થોડો ભરાય એટલો પારો એક બાંયમાં રેડવો. પારો બન્ને બાંયમાં એક સપાટીએ રહેલો જ જણાશે. આ પારો ત્રાજવાનું કામ કરે છે. તેની બન્ને બાંયમાં એક સરખું પાણી રેડીએ ને પાણી તોળાઇ રહે તો એ બન્ને જાતના પાણીનું ઘટત્વ એક સરખું જ હોય છે. પણ એક બાંયમાં પાણી રેડી બન્ને બાંયમાંનો પારો એક સપાટીએ રહે એટલો મદ્યસાર બીજી બાંયમાં રેડ્યો હોય તો પાણીને તોળી રાખવાને માટે મદ્યસાર વધારે રેડવો પડશે, અને તેથી એનું ઘનફળ વધારે હશે. પરંતુ બન્ને પ્રવાહી તોળાઇ રહ્યાં છે એટલે તેમનું વજન તો એકસરખું જ હોય છે. તો પછી કયું પ્રવાહી વધારે ઘટ્ટ કહેવાય? અલબત્ત પાણી વધારે ઘટ્ટ છે. આથી મદ્યસારવાળા આંકડાને પાણીવાળા આંકડા વતી ભાગીએ તો મદ્યસારનું ઘટત્વ નીકળે છે.

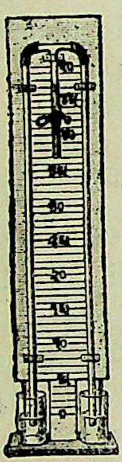
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પાણીમાં મળી જતા પ્રવાહી પદાર્થનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કાઢવું હોય તો 'હેર'નું ઉપકરણ વાપરવું પડે છે.

'હેર'નું ઉપકરણ.

એ ઉપકરણ આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણેનું છે. એમાં બે મોટી અને એક નાની એમ ત્રણ નળીઓ હોય છે. મોટી નળીઓમાંનાં પ્રવાહી એક બીજાની સાથે સેળભેળ થઇ જાય નહિ તે માટે એવી ગોઠવણ રાખેલી છે. પચાસ શતાંશમાત્ર લાંબી બે નળીઓ માપના આંકડાવાળા પાટીઆની સાથે જડી લીધેલી હોય છે, તેનાથી માપ જોઇ શકાય છે. એમાંની બે લાંબી નળીઓની નીચે જુદાં જુદાં પ્રવાહીથી ભરેલા પ્યાલા રાખી તેમાં તેના છેડા બૂડાવવામાં આવે છે. એ પછી નાની નળીએ શોષકયંત્ર ભેરવીને અથવા બીજી કોઇ યુક્તિથી કે માત્ર મ્હોંએ જ નળીઓમાંની હવા ખેંચી લેવામાં આવે છે. આથી પ્રવાહી નળીની અંદર ઉંચાં ચડે છે. તે અમુક માપ સુધી ઉંચા ચડે છે, એટલે શોષકયંત્ર આગળના રબરને દોરીથી સજડ બાંધી લેવામાં આવે છે, અને તેથી નળીમાં પ્રવાહી સ્થિર રહી શકે છે. એ પછી પ્યાલામાંના પ્રવાહીની સપાટીથી જેટલું પ્રવાહી નળીમાં ઉંચું ચડયું હોય તેનું માપ લઇ સાપેક્ષ ઘટત્વ નક્કી કરવામાં આવે છે. નળીમાંના પ્રવાહીની ઉંચાઇ તેમના પોતપોતાના ઘટત્વથી ઉલટા પ્રમાણમાં હોય છે. એમાં એટલું યાદ રાખવું કે, જે પ્રવાહી વધારે ઘટ્ટ હશે તે થોડું ઉંચું ચડયું હશે. એજ ઉપકરણથી મદ્યસારનું ઘટત્વ કાઢવું હોય તો પાણીના આંકડાને મદ્યસારના આંકડાએ જ ભાગ્યાથી તે નીકળે છે.



આકૃતિ ૩૨.

પદાર્થને તરાવી સાપેક્ષ ઘટત્વ કાઢવાની રીત.

પદાર્થને તરાવી સાપેક્ષ ઘટત્વ કાઢવાની રીત એવી છે કે લાકડાની પટી લઇ તેને પહોળા મ્હોંના પ્યાલા ઉપર આડી મૂકવી, અને પ્યાલામાં લાકડાનો કકડો તરતો મૂકવો. એ પછી એ પટીના એક છેડાએ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સહસ્રાંશમાત્રના માપવાળી પટી ટાંકણી ખોસીને બેસાડવી. સોય પાણીના પૃષ્ઠને અડકે ત્યારે લાકડાની ચીપનું માપ લઇ લેવું, અને તે પછી તે લાકડાના કકડાને અડકે ત્યારે વળી પાછું માપ લેવું. એ લાકડાનો કકડો બરાબર અનુપ્રસ્થ તરતો ન હોય, તેટલા માટે જુદી જુદી જગ્યાએ સોય અડકાડી માપ લેવાં અને પછી લાકડાનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કેટલું છે તે એ ઉપરથી શોધી કાઢવું.

કોઇ પણ પદાર્થ પાણી ઉપર તરે છે ત્યારે તેના ડૂબતા ભાગનું પ્રમાણઃ—કોઇ પણ પદાર્થ પાણી ઉપર તરતો હોય છે ત્યારે તેનો અમુક ભાગ એટલે કે તેનું અમુક ઘનફળ પાણીમાં અને અમુક ઘનફળ પાણીના બહાર હોય છે. તે જે ઉંડાઇએ તરી શકે છે તેનો આધાર તેના ઘટત્વ ઉપર રહેલો છે. વજનદાર લાકડાનો કકડો એવડા જ કદના હલકા લાકડાના કકડા કરતાં ઉંડો ઉતરે છે. તેટલા માટે વજનદાર લાકડાથી જેટલું પાણી ખસે છે તે પાણીનું ઘનફળ વધારે હોય છે, એટલે તેનું વજન પણ તેટલું વધારે હોય છે. પરંતુ એ બન્નેને એક સરખી લાગુ પડતી અગત્યની બાબત એવી છે કે, **તરતા પદાર્થના ડૂબેલા ભાગથી જેટલા વજનનું પાણી ખસે છે તે આખા પદાર્થના વજન જેટલું જ હોય છે.** તેથી પાણીમાં હલકી વસ્તુ મૂકવામાં આવી હોય ત્યારે તેના આખા અથવા સમગ્ર વજન જેટલું પાણી ખસે ત્યાં સુધી તે પાણીમાં ડૂબે છે.

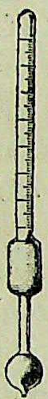
કોઇ પણ પદાર્થ પાણીમાં કેટલો ઉંડો તરશે તે ઉપલા નિયમે આપણે જાણી શકીએ છીએ, એટલે ઉપરથી બીજા કોઇ પ્રવાહીમાં તે વસ્તુ તેટલી અથવા તેથી ઓછી ઉંડી તરશે તે પણ આપણે કહી શકીએ. એ પ્રવાહી પાણીના કરતાં ઓછું ઘટ્ટ હોય તો અમુક વજનના સાથે સરખા થવાને માટે વધારે પ્રવાહી રેડવું પડે. તેથી કરીને તરતા પદાર્થના વજનની બરાબર થવાને પાણીમાં જેટલો ઉંડો તે તરશે તેના કરતાં વધારે ઉંડો તે એ પ્રવાહીમાં ડૂબશે. એથી ઉલટું પારા જેવા ભારે પ્રવાહીમાં પદાર્થને તરતો મૂક્યો હોય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તો તે એટલો બધો ઉંડો ઉતરશે નહિ. કારણ કે પારો પાણીના કરતાં ભારે હોવાને લીધે તેને સમતોલ થવાને માટે એટલો બધો પારો ખસેડવો પડતો નથી.

દ્રવમાપક (હાઇડ્રોમીટર):—માપવાળા વાસણમાં અમુક આંકડા સુધી પાણી ભરવું અને એકાદ કસનળી લઇ તેના ત્રણ ભાગ કરીને હેઠલથી એ ભાગેં તેના પર કાપો પાડી લઇ નિશાની કરવી. એ પછી તેને પાણીમાં મૂકી તેના પરનો કાપો વાસણમાંના પાણીની સપાટીની બરાબર થાય ત્યાં સુધી તેમાં કાંકરા નાખવા. પાણીમાં કસનળી ઉતર્યાથી પાણી કેટલું ચડયું તે નોંધી લેવું. એ પછી પાણીમાંથી કસનળી બહાર કાઢી લઇ તેને લૂછી કોરી કરીને તેમાંના કાંકરા સાથે તેનું વજન કરવું. આથી આપણને જણાશે કે, જેટલા ઘન શતાંશમાત્ર પાણી ચડયું હશે તેના વજન જેટલું એ વજન હશે. આવી વજનવાળી કસનળી જેવું સાધન દ્રવમાપક કહેવાય છે, અને તે બધી જાતનાં પ્રવાહીનાં સાપેક્ષ ઘટત્વ શોધી કાઢવાને માટે વપરાય છે. સાધારણ જાતનું દ્રવમાપક આકૃતિમાં બતાવ્યું છે તેવું હોય છે. તેનો એક છેડો ગોળ દડા જેવો હોય છે, ને તેમાં પારો ભરવામાં આવેલો હોય છે. તેની નળી ઉંપર માપના આંકા પાડેલા હોય છે, એટલે જે પ્રવા-



આકૃતિ ૩૩

નું સાપેક્ષ ઘટત્વ કાઢવું હોય તેની અંદર એ ઉપકરણ મૂકવામાં આવે છે, અને જે આંકા સુધી તે બૂએ તે માપનો આંકડો જોઇ લઈ તેનું સાપેક્ષ ઘટત્વ સામાન્ય નિયમ પ્રમાણે કાઢવામાં આવે છે.

આવું દ્રવમાપક દૂધમાં, દૂધ અને પાણી ભેગાં કરી તેમાં, મદ્યસારમાં કે નખતેલમાં મૂકી તે સર્વનાં સાપેક્ષ ઘટત્વ શોધી શકાય છે. તોપણ દૂધનું સાપેક્ષ ઘટત્વ જોવાને માટે જે સાધન વપરાય છે તેને **દુગ્ધમાપક** (લૅક્ટોમીટર) કહે છે. દૂધની અંદર પાણીનો ભેગ કટલો છે તે એનાથી પકડાય છે. દગાખોર દૂધવાળાને અને ભાટીઆને એ સાધન કાળરૂપ લાગે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છઠ્ઠા પ્રકરણના પ્રશ્નો.

૧. એક માત્ર ઉંડા પાણીનું અને એક માત્ર ઉંડા પારાનું દબાણ કાઢો અને તમારો જવાબ ચોરસ શતાંશમાત્ર પ્રમાણે ગ્રામની અંદર કાઢો.

૨. ૧ દશાંશ માત્ર વ્યાસવાળા ગોળ વાસણમાં ૪૦ શતાંશમાત્ર પારો ભરવામાં આવે તો તેની તળિયે કેટલું દબાણ થશે તે કહો.

૩. દરિયાના પાણીનું સાપેક્ષ ઘટત્વ ૧·૦૨૫ છે, તો દરિયાની સપાટીની નીચે ૪૦ માત્ર ઉંડાઇએ ચોરસ શતાંશમાત્ર પ્રમાણે પાણીનું કેટલા ગ્રામ વજન હશે અને ૫૦ ફુટની ઉંડાઇએ ચોરસફુટ પ્રમાણે કેટલા શેર વજન હશે ?

૪. ચોરસ તસુ પ્રમાણે ૬૦ શેરનું દબાણ થાય તેવી રીતે વસ્તુને પાણીમાં કેટલી ઊંડી ઉતારવી ?

૫. પાણીના કરતાં લોઢું સરખે કદે ઘણું ભારે છે, તોપણ વહાણો પાણી ઉપર તરે છે તેનું શું કારણ હશે ?

૬. સીસાના કકડાનું હવામાંનું વજન ૧૫૦ ગ્રામ છે, પાણીમાં તેનું વજન ૧૩૭ ગ્રામ થાય છે અને શૈલિન (પૅરેફિન) માં તેનું વજન ૧૩૮·૫ ગ્રામ છે, તો (દશાંશની બે જગ્યા સુધી) સીસાનું અને શૈલિનનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કેટલું હશે ?

૭. હેરના ઉપકરણની મદદ લઇ મોરથુથુનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કાઢવાને પ્રયોગો કરતાં નીચે પ્રમાણેનાં માપ મળ્યાં છે:—

શતાંશમાત્ર પ્રમાણે પાણીની ઊંચાઇ પહેલી વખતે ૧૦, બીજી વખતે ૧૨, ત્રીજી વેળા ૧૪, ચોથી વખતે ૧૬ ને પાંચમી વખતે ૨૦.

શતાંશમાત્ર પ્રમાણે મોરથુથુની ઊંચાઇ:— પહેલી વખતે ૯·૫, બીજી વખતે ૧૧, ત્રીજી વખતે ૧૩-૫ ચોથી વખતે ૧૫ ને પાંચમી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વખતે ૧૮.૮ હતી; તો હવે મોરથુથુનું સરાસરી સાપેક્ષ ઘટત્વ કેટલું હશે ?

૮. ૩ ઘનફુટ ઘનફળવાળા લાકડાના કકડાનું વજન ૯૩ શેર છે, તો (૧) લાકડાનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કાઢો તથા (૨) પાણીમાં તેને ડુબાડવાને માટે કેટલું વજન મૂકવું પડશે તે કાઢો. (એક ઘનફુટ પાણીનું વજન ૬૨ શેર હોય છે.)

૯. એક પદાર્થનું હવામાં જેટલું વજન હોય તેના કરતાં પાણીમાંનું તેનું વજન શા માટે ઓછું હોય છે? (૨) પાણીમાં વજનનો દેખીતો ઘટાડો, જેટલું પાણી તેમાં ડૂબ્યાથી ખસે છે તેના ઘનફળની બરાબર હોય છે એ સાબીત કરવા માટેના પ્રયોગો કહો. (૩) એક ધાતુના કકડાનું હવામાંનું વજન ૧૦૦ ગ્રામ અને પાણીમાંનું વજન ૮૮ ગ્રામ છે તો તેનું ઘનફળ કેટલું હશે ?

૧૦. કાચની બે નળી અને રબરની નળી આપી હોય તો જીતતેલ (ઓલાઇવ)નાં અને મદ્યસારનાં સાપેક્ષ ઘટત્વની સરખામણી તમે કેવી રીતે કરશો તે કહો, તથા દૂધનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કાઢો.

૧૧. કંસિકા, શૈલિન તેલ અને બરફના કકડાઓ તમને આપવામાં આવ્યા હોય તો એ ઉપરથી બરફનું સાપેક્ષ ઘટત્વ તમે શી રીતે શોધી કાઢશો ? બરફના કકડાનું ઘનફળ ૧૦૦૦ ઘનફુટ છે. બરફ બીલકૂલ ઓગળતું નથી એમ માનીએ તો (૧) પાણીમાં અને (૨) દરિયાના પાણીમાં એ કકડો તરાવ્યો હોય તો તે કેટલા ઘનફુટ પાણીની બહાર હશે ? (દરિયાના પાણીનું સાપેક્ષ ઘટત્વ ૧.૦૨૫ અને બરફનું ૦.૯૧૮ છે).

૧૨. એક ઘનતસુ પાણીનું વજન અને એક પાઇંટના ઘનતસુ શોધી કાઢવાને વ્યાવહારિક રીત કયી છે તેનું વર્ણન કરો.

૧ તસુ પહોળી, ૧ તસુ જાડી અને ૧ વાર લાંબી લોઢાની પાટનું

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વજન ગૅલન પાણીના વજન જેટલું જ છે, તો લોઢાનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કેટલું હશે ? (૧ ગૅલન=૨૭૭·૩ ઘનઇંચિ.)

૧૩. પાણીના સાથે મળી ન જાય એવા પ્રવાહી પદાર્થનું સાપેક્ષ ઘટત્વ ટીલાના આકારની નળી વતી તમે શી રીતે કાઢશો ?

૧૪. પ્રવાહીમાં વસ્તુ કયારે ડૂબે છે ને કયારે તરતી રહે છે તે સમજાવો. ૨૭૫ ગ્રામ વજનવાળો લોઢાનો કકડો ૧૩·૫૯ ઘટત્વવાળા પારામાં તરે છે ને તેનું તે વખતે ૨/૫ ઘનફળ ડૂબેલું છે તો લોઢાનું ઘનફળ અને ઘટત્વ શોધી કાઢો.

૧૫. એક શંકુનો વ્યાસ ૧૦ શતાંશમાત્ર છે ને તેની ઉંચાઇ ૧૫ શતાંશમાત્ર છે ને તેનું વજન ૨૨૦ ગ્રામ છે. જે વસ્તુનો તે બનેલો છે તેનું ઘટત્વ કેટલું હશે તે એ ઉપરથી ગણી કાઢો.

૧૬. એક સહસ્રાંશમાત્ર પિત્તળના તારની ગાંઠની લંબાઇ નક્કી કરવાની છે. એ તાર હવામાં અને પાણીમાં તોળ્યાથી તેમના વજનનો તફાવત ૭.૮૫ ગ્રામ છે. આ ઉપરથી એ તાર કેટલો લાંબો હશે તે શોધી કાઢો.

૧૭. સાપેક્ષ ઘટત્વની શીસીનું વજન ૨૨. ૪૮ ગ્રામ છે, ને તેમાં પાણી ભર્યા પછીનું તેનું વજન ૭૨. ૪૪ ગ્રામ છે. તેમાં ૧/૩ ભાગ જેટલી સીસાની ગોળી નાખ્યા પછી શીસી અને ગોળી એ બધાનું વજન ૧૩૮. ૨૫ ગ્રામ છે. આ ઉપરથી સીસાની ગોળીનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કેટલું હશે તે કહો.

૧૮. અમુક ધાતુના કકડાનું હવામાંનું વજન ૧૫.૦૦ ગ્રામ છે. તેને પાણીમાં ડૂબાડયા પછીનું તેનું વજન ૯. ૧૨ ગ્રામ થાય છે, તો તે કકડાનું ઘનફળ તથા તે ધાતુનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કેટલું હશે ?

૧૯. ૪ તસુ લાંબો બૂચનો કકડો પાણીમાં તરતો રહે તે માટે તેની તળિયે બરાબર એવડા જ માપવાળો સીસાનો કકડો બેસાડી લેવામાં આવ્યો છે, તો સીસાનું સાપેક્ષ ઘટત્વ ૧૧. ૪ અને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar
पुस्तकालय गुरुकुल कांगड़ी

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બૂચનું સાપેક્ષ ઘટત્વ ૦.૨ હોય તો કેટલો લાંબો સીસાનો કકડો બેસાડવો પડ્યો હશે ?

૨૦. દ્રવમાપકની દાંડી ઉપરના અમુક આંકા સુધી પદાર્થને પાણીમાં ડૂબાડવાને માટે ૨૮ ગ્રામ વજન મૂકવું પડે છે. ઉપલા પલ્લામાં ઘન પદાર્થ મૂકયાથી ૧૮ ગ્રામ વજન જોઇએ છીએ અને હેઠલા પલ્લામાં તેને રાખ્યાથી વજન ૧૯.૩ ગ્રામ જોઇએ છે તો એ ઘનપદાર્થનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કેટલું હશે ?

૨૧. ગેાળાકાર કેષનલિકાના કાપેલા ભાગનેા વ્યાસ શેાધી કાઢવાને માટે તે નળીમાં પારો ઉતારવામાં આવ્યો છે. એ પારાના તારની લંબાઇ ૨૦.૨ શતાંશમાત્ર અને તેનું દળ ૨.૧૬ ગ્રામ છે. પારાનું સાપેક્ષ ઘટત્વ એક ઘનશતાંશમાત્રે ૧૩.૬ ગ્રામ હોય તો તે નળી કેટલી લાંબી હશે ?

૨૨. અનિયમિત આકારના ઘનપદાર્થનું ઘનફળ કેવી રીતે કાઢશો ? એક ઘનશતાંશમાત્રે ૮.૮૫ ગ્રામના સાપેક્ષ ઘટત્વવાળી ધાતુના નળીનેા વ્યાસ ૩.૬૨ શતાંશમાત્ર છે ને તેની લંબાઇ ૮.૭૪ શતાંશ માત્ર છે તો પછી તેનું દળ કેટલું હશે ?

૨૩. ચોખૂણ અથવા ચતુરસ્ત્ર આકારની ટાંકીના અંદરના ભાગનાં માપ આ પ્રમાણે છે; લંબાઇ ૨ માત્ર, પહોળાઇ ૧ માત્ર અને ઉંડાઇ $\frac{3}{4}$ માત્ર; તો એ ટાંકીમાં કેટલા ગ્રામ પાણી માશે ?

૨૪. માપવાળા નળામાં ૨૪ ઘન શતાંશમાત્રના આંકા સુધીનું પાણી છે. તેની અંદર ૯.૨ ગ્રામ વજનવાળો ચકમકનો કકડો ઉતારવામાં આવે છે એટલે પાણી ૨૮ ઘન શતાંશમાત્રના આંકા સુધી ચડે છે. તો એ ચકમકનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કેટલું હશે ?

૨૫. સાપેક્ષ ઘટત્વની વ્યાખ્યા આપો. સાપેક્ષ ઘટત્વની શીસીથી પ્રવાહીનું સાપેક્ષ ઘટત્વ કેવી રીતે કાઢી શકાય તે સમજાવો.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

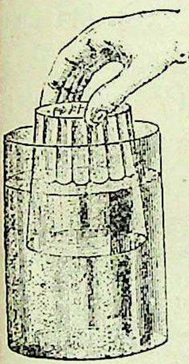
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ સાતમું.

વાતાવરણનું દબાણ અને બૉઈલનો સિદ્ધાંત.

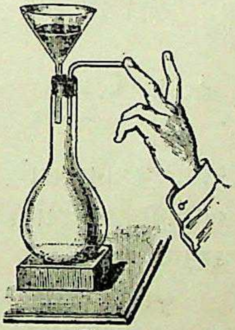
વાતાવરણ.

આપણી આસપાસ હવાનો દરિયો રહેલો છે તેને વાતાવરણ કહે છે. અલબત્ત હવા આપણે જોઇ શકતા નથી, તેમ તે સંભળાતી નથી, તોપણ તે આપણી આસપાસ ચોગરદમ બધે ઠેકાણે રહેલી છે. પાણીના વાસણમાં પ્યાલું બરાબર ઉંધું ઉતારતાં તેમાં પાણી ભરાતું નથી એટલું જ નહિ, પણ જેવી રીતે કમાનવાળી વસ્તુ દબાણ થયાથી દબાય છે અને તેને છોડી દીધાથી ઉછળે છે તેવી રીતે પ્યાલું હાથમાંથી મૂકી દેવાથી પાછું ઉછળે છે. એથી જ કહીએ છીએ કે, તેમાં હવા હોય છે. એ જ પ્યાલું પાણીમાં ઉતારી જરા નમાવ્યું હાય તો પાણીમાંથી હવાના પરપોટા ઉપર આવતા દેખાય છે. એ જ વખતે પ્યાલામાં પાણી ભરાતું હોયછે. એ પરપોટા પ્યાલામાંની હવાના હોય છે.



આકૃતિ ૩૫.

ચંબૂ જેવા આકારનું કાચનું વાસણ લઇ તેના મ્હોંમાં આરપાર બે કાણાવાળો બૂચ બેસાડી એકાદ કાણામાં કાટખૂણાના આકારની બન્ને છેડેથી ખુલ્લી નળીનો એક છેડો ઉતાર્યો હોય અને બીજા કાણામાં ગળણી બેસાડી હોય અને તે પછી આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે નળીના ખુલ્લા મ્હોંએ આંગળી દબાવી રાખી ગળણીમાં પાણી ભર્યું હોય તો એક પણ ટીપું વાસણમાં પડતું નથી. જેમ જેમ આપણે આંગળી ઉંચકતા



આકૃતિ ૩૬.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જઇશું તેમ તેમ પાણીનાં ટીપાં વાસણમાં પડવા માંડશે. તેથી આંગળી ઉંચક્યાથી જેટલી હવા વાસણમાંથી બહાર નીકળી જાય છે તેટલું પાણી તેમાં ભરાય છે. નળીમાંથી બહાર નીકળતી હવા આગળ બળતો દીવો ધરી રાખ્યો હોય તો દીવા ઉપર હવાની અસર થતી હોય છે તે આપણે નજરે જોઇ શકીએ છીએ.

આવા પ્રયોગો કર્યાથી હવાનું અસ્તિત્વ આપણે સિદ્ધ કરી શકીએ છીએ. પણ જે વખતે પવન ખૂબ જોરથી વાતો હોય છે તે વખતે આપણે શરીરે હવા લાગે છે, તેથી તેનું અસ્તિત્વ આપણને જણાય છે. એવા પવનથી ઝાડ તથા પાંદડાં, ડાળી વગેરે હાલે છે, કાગળના કકડાઓ ઉડે છે અને રસ્તાની ધૂળ પણ ઉડી આપણું મ્હોં પણ વખતે તેનાથી ભરાઇ જાય છે. સમુદ્રમાં, નદીઓમાં તેનાથી વહાણ, હોડી વગેરે ચાલે છે, એટલું જ નહિ પણ તેનાથી પવનચક્કી પણ ચાલે છે. કોઇ વેળા પવન એટલો જોરથી ફુંકાય છે કે, તેનો વંટોળીઓ થાય છે અને તેના તોફાનથી મકાનો પણ પડી જાય છે, ઝાડો ઉખડી જાય છે અને દરિયાનાં પાણી પણ ઉછળે છે. આવું બને છે ત્યારે હવા છે એવી આપણા મનની ખાત્રી થાય છે. પવન બીલકૂલ વાતો ન હોય ત્યારે પણ આપણો હાથ હલાવ્યાથી અથવા પંખો નાખ્યાથી હવા શરીરે લાગે છે.

એવી હવા શેની બનેલી હશે તે આપણે પ્રથમ જાણવું જોઇએ.

હવાનું બંધારણ.

જેવી રીતે દાળ, ચોખા વગેરે વસ્તુઓ એકમેક થઇ તેમનો ખીચડો થયો હોય છે તેવી રીતે હવા પણ જુદા જુદા પદાર્થોના ખીચડા રૂપ છે; અર્થાત્ હવાના પદાર્થો માત્ર મિશ્રણ રૂપે જ રહેલા હોય છે. જુદી જુદી જગ્યાની હવા તપાસી લીધા પછી તેનું બંધારણ નીચે પ્રમાણે નક્કી કરવામાં આવ્યું છે.

હવાના પદાર્થો		ઘનફળ પ્રમાણે	વજન પ્રમાણે
નત્રવાયુ (નાઇટ્રોજન)	૭૬·૯૪	૭૭·૯૫	૭૭
આર્જન (આર્ગોન)	૧·૦૧		

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રાણવાયુ (ઑક્સિજન)	૨૦.૬૧	૨૩
પાણીની વરાળ	૧.૦૪	
અંગારવાયુ (કાર્બૉનિક ઍસિડ ગૅસ)	૦.૦૪	
અપાનવાયુ (ઍમોનિયા)	જૂજ	
ઓષણવાયુ (ઓઝોન)		
નત્રકામ્લ (નાઇટ્રિક ઍસિડ)		
આર્દ્રદ્વિ ગંધકિલ (હાઇડ્રોજન સલ્ફાઇડ)		
	૧૦૦.૦૦	૧૦૦

હવાનું વજન.

હવા જ્યારે છે, અને તેનું અસ્તિત્વ આપણને જણાય છે, ત્યારે તેનું વજન પણ હોવું જોઇએ. નાની સરખી શીસીમાંની હવાનું વજન ઘણું થોડું હોય છે, તો પણ એવી ખાલી બાટલીમાંથી હવા ખેંચી લીધા પછી તેને તોળી જોયાથી તે હલકી થયેલી માલૂમ પડે છે; એટલે હવાનું પણ વજન હોય છે એવી આપણી ખાત્રી થાય છે. કેટલીક વાર હલકી વસ્તુને આપણે હવા જેવી હલકી કહીએ છીએ, તેથી હવા સૌથી હલકી હશે એવું સમજવામાં આવે છે. પરંતુ હવાના કરતાં પણ હલકાં વાયુઓ છે. શહેરમાં દીવા કરવાને માટે વપરાતો અલાતવાયુ અથવા કોલસાવાયુ (કોલગૅસ) હવા કરતાં હલકો છે, અને તેથી તેને બલૂન કે વિમાનમાં ભરી માણસો આકાશમા ઉંચે ચડે છે. એ જ પ્રમાણે આર્દ્રવાયુ (હાઇડ્રોજન) પણ હવા કરતાં ઘણો હલકો છે. હવા પાણી કરતાં ઘણી જ હલકી છે. એક ઘનફુટ પાણી એક હજાર આંઉસ કે અધોળ ભારે હોય છે, પણ એક ઘનફુટ હવા સાધારણ ઉષ્મામાને અને દબાણે આઉંસ કરતાં સહેજ વધારે ભારે હોય છે, કારણ કે ૧૩ ઘનફુટ હવાનું વજન એક પાઉંડ અથવા શેર થતું હોય છે. ખરેખરૂં જોતાં, પાણી હવા કરતાં આઠસો ગણું ભારે છે. ૨૦ ફુટ લાંબા, ૨૦ ફુટ પહોળા અને ૧૦ ફુટ ઉંચા ઓરડાની અંદર હવાનું વજન ૩૦૦ પાઉંડ હોય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હવાનું વજન નક્કી કરવાની રીત.

એક જ કાણાવાળો રબરનો બૂચ મોટા ચંબુના મ્હોમાં બેસાડી બૂચમાં રબરની નળીવાળી કાચની નળી ઉતારવી. ચંબુમાં થેાડું પાણી ભરીને ઉકાળવું. પાણી થેાડીવાર ઉકળ્યા પછી રબરની નળીએ દોરી બાંધી લઇ ચંબુને ટાઢો પડવા દેવો, અને તે ટાઢો પડયા પછી તેને તેાળી લેવો. પછી રબરની નળીને બાંધેલી દોરી છોડી નાખ્યાથી તેની અંદર હવા ભરાતી સંભળાશે, અને જેવી તે ચંબુમાં ભરાશે તેવો ચંબુ પણ ભારે થશે. એ પછી ચંબુને ફરીથી તેાળી જોયાથી જે વજન વધ્યું હોય છે તે ચંબુમાંની હવાના વજનની બરાબર થાય છે. ચંબુમાંના પાણીનું માપ લેવું ને તે પછી ચંબુ પાણીથી ભરી દેવો અને પછી તેનું ઘનફળ કેટલું છે તે નક્કી કરવું. ઘનફળની વચ્ચે જે તફાવત આવે તે જે હવા ચંબુમાં ભરાઇ તેનું ઘનફળ છે. આ ઉપરથી એક લીટર હવાનું વજન ગણી કાઢવું.

વાતાવરણનું દબાણ.

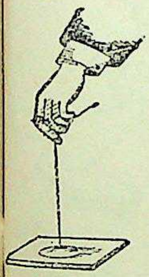
બધા દ્રવ પદાર્થોનો બધી દિશામાં દબાણ કરવાનો ગુણધર્મ હોય છે, અને તેથી હવા પણ દ્રવપદાર્થ હોઇ તેનો પણ એ ગુણધર્મ હોય છે. આવું હોવાને લીધે આપણા ઉપર વાતાવરણનું દબાણ હોવા છતાં આપણે છૂટથી હરીફરી શકીએ છીએ. જે જે વસ્તુનું વજન હોય છે તે તે વસ્તુ પોતાના વજન પૂરતું દબાણ તો કરતી જ હોય છે. હવાનું વજન છે એટલે તેનું પણ દબાણ તો હોવું જ જોઇએ. દાખલા તરીકે, આપણે આપણા ખભા ઉપર લેાખંડ રાખી જતા હોઇએ ત્યારે તેનો ભાર આપણને ઘણો લાગે છે. લેાખંડને બદલે એવડા જ કદનું લાકડું લઇને જઇએ તો તેનો ભાર લેાખંડ કરતાં ઓછો લાગે. ખીલો પકડીને ચાલતાં જેટલો ભાર આપણને લાગે તેના કરતાં રૂનો કોથળો ઉંચકી જતાં ભાર વધારે લાગે? આ પ્રમાણે જેટલો ભાર વધારે તેટલું તેનું દબાણ પણ વધારે હોય છે. આ ઉપરથી એટલું સમજી શકાશે કે, હવા હલકી છે, તો પણ આપણે માથે તેનો જથ્થો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઘણો હોય તો તે ઘણી ભારે થાય અને તેથી તેનું દબાણ પણ વધારે હોય. પૃથ્વી ઉપર હવા ઘણા ગાઉ સુધી વિસ્તરેલી છે, એટલે પૃથ્વી ઉપરની બધી વસ્તુ ઉપર તેનું દબાણ પણ ઘણું થતું હોવું જોઇએ. હવાનું દબાણ છે ને તે દબાણ આપણે ઘણી રીતે સાબીત પણ કરી શકીએ એમ છીએ.

આપણી આસપાસ હવારૂપી દરિયો છે. જેવી રીતે માછલી સમુદ્રના કે નદીના પાણીમાં તળિયે વિના અડચણે હરેફરે છે તે જ પ્રમાણે એ દરિયાની તળિયે આપણે પણ હરીએ ફરીએ છીએ, અને રહીએ છીએ. આપણા શરીર ઉપર હવાનું ઘણું દબાણ થતું હોય છે તે છતાં તેનાથી આપણને કશી ઇજા થતી નથી એટલુંજ નહિ, પણ તે દબાણની આપણને ખબર પણ પડતી નથી. હવામાં ઉંચે ચડીએ તો એ દબાણ ઉંચાઇના પ્રમાણમાં ઓછું વધારે હોય છે એ વાત ખરી. પરંતુ દરિયાની સપાટીએ તો એ દબાણ દર ચોરસ તસુએ ૧૫ પાઉંડ અથવા શેર જેટલું હોય છે. આથી સાધારણ વયના બાળક ઉપર બે હજાર શેર એટલે પચાસ મણ જેટલું દબાણ થતું હોય છે. તો પણ બાળકને પણ તે દબાણ બીલકૂલ જણાતું નથી. એ દબાણ નહિ માલૂમ પડવાનું કારણ એટલું જ છે કે, તે બધી બાજુએ એક સરખું હોય છે. વળી, છાતીમાં શ્વાસ લેનારાં ફેફસાં આવેલાં છે. તે હવાથી ભરેલાં હોય છે, અને તે હવાનો સંબંધ બહારની હવાની સાથે આપણા મ્હોડા અને નાક દ્વારા રહેતો હોય છે, એટલે છાતીનાં ફેફસાં ઉપર અંદરની અને બહારની હવાનું ઉપર નીચેનું એક સરખું દબાણ થતું હોવાને લીધે હવાનું દબાણ આપણને જણાતું નથી. પાટીઆ ઉપર ચામડાનો અથવા રબરનો પાતળો કકડો દબાવી ચોંડાડ્યો હોય અને તે પછી તેને ઉંચકવા માંડ્યો હોય તો તે ઉંચકાતો નથી. કારણ કે એ કકડાની નીચે હવા નથી, તેથી તે તરફનું હવાનું દબાણ નહિ હોવાને લીધે તેના ઉપરના ઉપલી બાજુના હવાના દબાણને લીધે તે પાટીઆથી



આકૃતિ ૩૭.

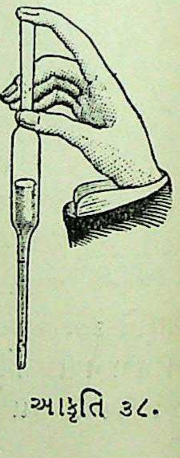
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છૂટા પડી શકતા નથી. કુંચીના કાણાની હવા મ્હોંએ ખેંચી લીધાથી કુંચી જીભે તથા હોઠે વળગી રહે છે. પૈસો લીસા પાટીઆ ઉપર ઘસીને દબાવ્યો હોય તો તે પાટીઆને કે દિવાલને ચોંટી રહે છે. તે જ પ્રમાણે ઘાસતેલના ડબ્બાના કાણા ઉપર સાંકડા મ્હોંની ભુંગળી બેસાડીને તેમાં થોડું પાણી રેડી ડબ્બો ગરમ કર્યાથી પાણી ઉકળશે. પાણી થોડી વાર ઉકળ્યા પછી તે વરાળથી ભરાઇ જશે. એ વખતે ચૂલા ઉપરથી ડબ્બો ઉતારી લઇ ભુંગળીમાં સજડ બૂચ મારીને તેના ઉપર ઠંડું પાણી રેડવાથી તે ગમે તેમ છુંદાઇ જશે અને તે વખતે મોટો ધડાકો થશે. આનું કારણ એવું છે કે, ડબ્બો ઠંડો થયાથી અંદરની વરાળ પણ ઠંડી થાય છે, અને તેથી તેનું પાણી થવાને લીધે તે ઓછી જગ્યા રોકે છે, અને તેથી દબાણ ઓછું થાય છે અને બહારની હવાનું દબાણ તો તેનું તે જ રહેલું હોય છે એટલે પરિણામે ડબ્બો છુંદાઇ જાય છે.

વાતાવરણના દબાણની અસર.

હવાના નીચલી તરફના દબાણનો ઘણો યુક્તિવાળો ઉપયોગ આપણા લોકો કરે છે, બાળકોની નજર ઉતારતી વખતે થાળીમાં અંગારા મૂકી તેના પર કાંસાનો વાડકો ઢાંકે છે. અંગારાને લીધે વાડકો તપે છે, એટલે વાડકામાંની હવા ગરમ થઇ વધીને બહાર નીકળી જાય છે. એ વખતે તેના ઉપર છાણવાળું પાણી રેડવામાં આવે છે એટલે વાડકો ઠંડો પડયાથી અંદરની હવા સંકોચાય છે અને તેથી તેમાં અવકાશ થાય છે. થાળીમાંના પાણીને લીધે બહારની હવા અંદર જઇ શકતી નથી. તેથી વાડકાની અંદર ઘણી થોડી હવા હોવાને લીધે તેના ઉપર બહારની હવાનું દબાણ થાય છે. એ વખતે મોટો કડાકો થતો પણ સંભળાય છે. એથી લોકો એમ કહે છે કે, જુઓ, નજર કેવી બેઠી છે ? ખરૂં જોતાં તો તે



આકૃતિ ૩૮.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કડાકો હવાના દબાણને લીધે થતો હોય છે. વાડકો છૂટો પાડવાનો પ્રયત્ન કરવામાં આવે તો પણ હવાના નીચલી તરફના દબાણને લીધે તે છૂટો પડતો નથી. પણ થાળીમાંનું પાણી ઢોળી નાખ્યા પછી વાડકાની કોર જરા ઉંચી કર્યાથી હવા અંદર ભરાય છે અને તેથી બધી તરફનું દબાણ એક સરખું થવાને લીધે વાડકો ઝટ ઉંચકી શકાય છે.

એ જ પ્રમાણે બન્ને છેડેથી ખુલ્લી નળીનો એક છેડો પાણીમાં બોળી તેને ઉપલે છેડે આંગળી સજડ દબાવી રાખી ઉંચકી હોય તો તેમાંથી ટીપું પાણી પડતું નથી. (આકૃતિ ૩૮.) એ જ નિયમે પાણીના પ્યાલામાં પીચકારીનો છેડો બોળી રાખી દાંડો ખેંચ્યો હોય તો તેમાં પ્યાલામાંનું પાણી ચડે છે. કારણ કે, પીચકારીમાં હવા નહિ રહેવાથી પ્યાલાના પાણી ઉપર બહારની હવાનું દબાણ થાય છે અને તેને લીધે પાણી ઉપર ચડે છે. શોષકયંત્રો પણ એ જ ધોરણે ચાલે છે.

પીચકારી જેવું વર્તન.

નળી, બરૂ અથવા રાડાવતી પ્યાલામાંનું પાણી મ્હોંએ ખેંચીએ છીએ ત્યારે એ સાધનોમાંની હવા ખેંચાઇ ગયેલી હોવાથી પ્યાલામાંના પાણી ઉપર હવાના દબાણને લીધે જ પાણી નળીમાં ચડે છે. પણ નાળચા વાળી શીસીમાં પાણી કે દૂધ ભરીને તેનું મ્હોં બરાબર બૂચ મારી સજડ બંધ કરી લીધું હોય અને પછી નાળચાએથી પીવા માંડ્યું હોય તો તે મ્હોંમાં આવતું નથી. પણ બૂચ જરા ઢીલો કર્યાથી હવાને અંદર આવવાનો રસ્તો થાય છે, એટલે નાળચામાં દૂધ કે પાણી ચડે છે અને તેથી તે આપણે પી શકીએ છીએ. એટલા માટે જ નાનાં ધાવણાં બાળકોની છાતીએ જોર પડયા વિના તેમનાથી દૂધ પી શકાય તે માટે દૂધ પીવાની શીસીમાં હવાની આવજાને માટે રસ્તો રાખવામાં આવે છે.

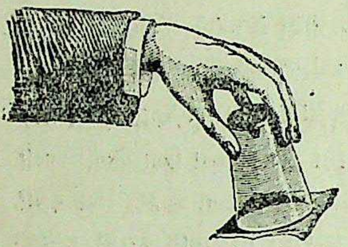
કાચના પ્યાલામાં જરા પણ હવા રહે નહિ એવી રીતે છલાછલ પાણી ભરીને તેના ઉપર કાગળ મૂકીને પ્યાલો ઉંધો વાળ્યો હોય તો પણ કાગળ પડી જતો નથી. એ ઉપરથી હવાનું ઉપલી બાજુનું દબાણ સમજી શકાય છે. કાગળ પડતો નથી, કારણ કે તેના ઉપર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બહારની હવાનું જે દબાણ થતું હોય છે તે પાણીના દબાણ કરતાં ઘણું વધારે હોય છે. પણ પ્યાલાની કોરેથી હવાને અંદર જવાનો રસ્તો મળે છે તો પાણી અને કાગળ બધું નીચે જાય પડી છે, એટલા માટે એ પ્રયોગ કરવો હોય ત્યારે પ્યાલું ઉંધું વાળતી વખતે તેમાં એક પણ હવાનો પરપોટો રહેવો જોઇએ નહિ એટલી કાળજી રાખવી જોઇએ.

હવાનું ઉપલી તરફનું દબાણ.



આકૃતિ ૩૯.

આ પ્રમાણે પાણીને ૩૪ ફુટ સુધી ઉંચું અધર રાખી શકાય છે. એક ચોરસ તસુના મ્હોંવાળી નળીમાંના પાણીનું વજન ૩૪ × $\frac{૧}{૧૪૪}$ × ૬૨.૫ શેર એટલે કે ૧૪.૭ શેર હોય છે. દર ચોરસ તસુએ હવાનું દબાણ પણ એટલું જ હોય છે.

વાયુભારમાપકયંત્ર (બૅરોમીટર.)

હવા ભારે છે તથા તે પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર દબાણ કરે છે એ આપણે ઉપર જોઇ ગયા. એ દબાણ કેવી રીતે માપી શકાય તે જોવાનું રહ્યું. ૪૦મી આકૃતિમાં બતાવેલા સાધનથી હવાના દબાણનું માપ કાઢી શકાય છે. એ સાધનમાં એક ત્રણ ફુટ લાંબી અને બીજી છ ઇંચ જેવડી નાની એમ બે નળીઓ છે. મોટી નળી એક છેડે ખુલ્લી અને બીજે છેડે બંધ હોય છે, તથા નાની નળી બન્ને છેડે ખુલ્લી હોય છે. હવે, મોટી નળીના ખુલ્લા છેડાએ રબરની નળીનો છેડો ચડાવી લેઇ તેનો બીજો છેડો નાની નળીએ ભેરવવો. હવે મોટી નળીનો બંધ છેડો નીચલી તરફ રાખીને તેમાં હવા ન રહે એવી રીતે પારો ભરવો. એટલું યાદ રાખવું કે, પારો થોડો ઘણો નાની નળીમાં ભરાવો જોઇએ. તે પછી એ ઉપકરણને આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે ઉભું રાખવું. લાંબી નળીમાંનો પારો બંધ છેડા આગળથી થોડોઘણો ઉતરી જશે, અને તેથી પારાની ઉપર અવકાશ થશે. બંધ નળીમાંના પારાના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અથાળાની અને ખુલ્લી નળીમાંના પારાની સપાટી વચ્ચેનું અંતર આશરે ૩૦ તસુ જણાશે. ખુલ્લી નાની નળીમાંના પારા ઉપરના દબાણને લીધે મોટી નળીમાં પારો એટલો બધો ઉંચો રહી શકે છે. એમાં લાંબી નળીનો છેડો બંધ હોય છે તેથી તેની અંદરના પારા ઉપર હવાનું દબાણ હોતું નથી, પણ નાની નળીનો છેડો ખુલ્લો હોય છે તેથી પારાની સપાટી ઉપર હવાનું દબાણ થઇ શકે છે. આવાં યંત્રો વાયુભારમાપક કહેવાય છે, ને તે હવાનું દબાણ માપવાને માટે બનાવવામાં આવે છે.

આકૃતિ ૪૦.

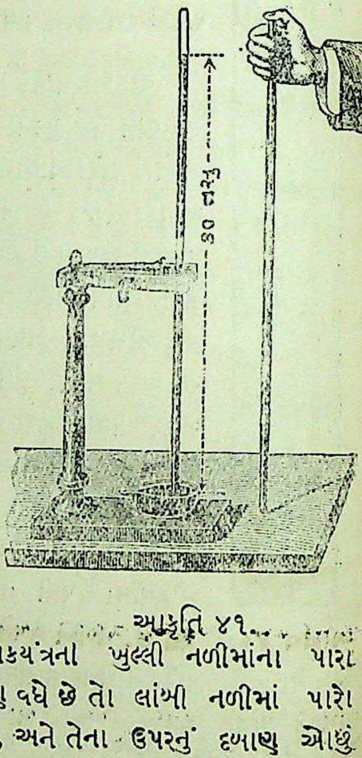
વાયુભારમાપક યંત્રનો સિદ્ધાંત સમજવાને માટે સાધારણ રીતે ત્રણ ફુટની કાચની લાંબી નળી લઇ તેમાં પારો ભરવો. પારો માથોમાથ ભરાય તે પછી નળીને ખુલ્લે છેડે અંગુઠો સજડ દબાવી રાખી લગભગ અર્ધી વાડકી ભરેલા પારાની સપાટીની નીચે એ છેડો ઉતર્યા પછી અંગુઠો ખસેડી લેવો. આથી પારો છ તસુ જેટલો નીચે ઉતરી પડે છે. પણ ત્રીસ તસુ અથવા ૭૬ શતાંશમાત્ર તો તે નળીમાં ઉભો રહે છે ને પડતો નથી. પારાની ઉપરની છ તસુ જગ્યાની અંદર બીલકૂલ હવા હોતી નથી, એટલે ત્યાં તો અવકાશ જ છે. ત્રીસ તસુથી નાની નળી હશે તો પારા ઉપર જરા પણ અવકાશ રહેશે નહિ. આ ઉપરથી એમ કહી શકાય કે, ત્રીસ તસુ પારાના વજન જેટલું હવાનું દબાણ હોય છે, ને હવાના ઉપલી તરફના દબાણને લીધે જ તે તોળાઇ રહે છે. નળીને ઉપલે છેડે સહેજ કાણું પાડયું હોય તો એમાંનો બધો પારો નીચેના વાસણમાં પડી જાય છે, કારણ કે એ પ્રમાણે થતાં હવાનું બધી બાજુનું દબાણ એક સરખું થાય છે, અને તે દર ચોરસ તસુએ ૧૪.૭ શેરનું હોય છે. દૃષ્ટાંત તરીકે, એક તસુના મ્હોંવાળી નળીનું ઘનફળ $\frac{૩૦}{૧૭૨૮}$ ઘનફુટ છે. પારાનું સાપેક્ષ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઘટત્વ ૧૩.૬ હોય છે. એટલે એક ઘનફુટ પારાનું વજન ૧૩.૬ × ૬૨.૫ શેર હોય છે. તેથી એક ચોરસ તસુના મ્હોંવાળી નળીમાંના પારાનું વજન $\frac{૩૦ \times ૧૩.૬ \times ૬૨.૫}{૧૭૨૮}$ શેર એટલે કે ૧૪.૭ શેર હોય છે.

વાતાવરણનું દબાણ માપવાનાં યંત્રો બનાવતી વખતે લાંબી નળીને મથાળે જરા પણ હવા રહે નહિ તેને માટે ઘણી કાળજી રાખવી પડે છે. કારણ કે તેમાં જરા પણ હવા રહી હોય તો તે હવાનું દબાણ નળીમાંના પારાના પૃષ્ઠ ઉપર થશે, અને તેથી પારાની ઉંચાઇ ત્રીસ તસુ કરતાં ઓછી રહેશે. આવું થાય છે ત્યારે વાતાવરણના દબાણનું માપ નીકળવાને બદલે વાતાવરણના દબાણની અને લાંબી નળીમાં રહેલી હવાના દબાણની વચ્ચેનો તફાવત માત્ર નીકળે છે. એટલા માટે લાંબી નળીમાં પારાને મથાળે હવાનો છાંટો પણ રહેવા દેવામાં આવતો નથી. એ ખાલી જગ્યામાં બહુ તો પારાની વરાળ જ હોય છે. આવું યંત્ર વાયુભારમાપક કહેવાય છે. **વાતાવરણનું દબાણ માપનારું યંત્ર તે વાયુભારમાપક યંત્ર** એવી એની વ્યાખ્યા આપી શકાય.



આકૃતિ ૪૧.

હવાના દબાણની અંદર ફેરફાર

કોઇ પણ કારણને લીધે ભારમાપકયંત્રના ખુલ્લી નળીમાંના પારા ઉપરનું દબાણ વધે છે તો લાંબી નળીમાં પારો ઉંચો ચડે છે, અને તેના ઉપરનું દબાણ ઓછું થાય છે, તો લાંબી નળીમાંનો પારો નીચે ઉતરે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આવી રીતે પારા ઉપર હવાના દબાણની અસરથી થતી વધઘટ નાની નળીએથી ફુંક મારીને તથા તેમાંથી હવા ચૂસીને બતાવી શકાય છે. એવી રીતે નાની નળીએ ફુંક માર્યાથી તેમાં દબાણ વધારે થાય છે, અને તેથી પારો ઉંચો ચડે છે. તેમાંથી હવા ચૂસી લીધાથી પારા ઉપરનું દબાણ ઓછું થાય છે. વાતાવરણનું જ એકલું દબાણ હોય છે તે વખતે જેટલું દબાણ તેના ઉપર હોય છે તેના જેટલું દબાણ એ વખતે તેના પર હોતું નથી, અને તેથી પારો નળીમાં ત્રીસ ઇંચિ નહિ રહેતાં નીચો ઉતરી પડે છે.

દરિયાની સપાટીએ વાયુભારમાપકયંત્રમાંનો પારો ત્રીસ તસુ ઉંચો રહે છે. પણ દરિયાના સપાટીથી જેટલી ઉંચાઇ ઓછી વધારે થાય છે તે પ્રમાણે પારાની ઉંચાઇમાં વધઘટ થાય છે. હવે નળીના કાપેલા છેડાના વેહનું ક્ષેત્રફળ ૧ ચોરસ શતાંશમાત્ર હોય તો ૭૬ શતાંશમાત્ર ઉભા રહેલા પારામાં ૭૬ ઘન શતાંશમાત્ર પારો હોય છે. પણ એક ઘન શતાંશમાત્ર પારાનું વજન ૧૩.૬ ગ્રામ હોય છે, તેથી નળીમાંના બધા પારાનું વજન પણ ૧૦૩૩.૬ ગ્રામ છે. આટલો પારો એવડા ઘનફળની હવાને સમતોલ રાખે છે, તેથી એક ચોરસ શતાંશમાત્ર જેટલા ક્ષેત્રફળ ઉપર હવાનું વજન ૧.૦૩ સહસ્રાંશ ગ્રામ હોય છે. આ માપ અંગ્રેજી ધોરણ પ્રમાણે કાઢીએ તો પારો ત્રીસ ઇંચિ ઉંચો ઉભો હોય ત્યારે એક ચોરસ ઇંચિ ઉપરનું દબાણ ૧૪.૭ પાઉંડ હોય છે. નળી ત્રીસ ઇંચિને બદલે ત્રીસ ફુટ લાંબી હશે તો પણ પારો દરિયાની સપાટીએ ત્રીસ ઇંચિ જ ઉભો રહેશે. નળીમાં પારાના પૃષ્ઠ ઉપર ખાલી જગ્યા રહે છે તેને એ પ્રયોગ પ્રથમ કરનાર ગૅલીલિયોના શિષ્ય અને ઇટાલીના ભૌતિકશાસ્ત્રી ટૉરિસેલીના નામ ઉપરથી 'ટૉરિસેલી' અવકાશ કહે છે. એ ટૉરિસેલી સને ૧૬૦૮ થી ૧૬૪૭ સુધીમાં થઇ ગયો છે.

અનુકૂળતાને લીધે વાયુભારમાપક યંત્રોમાં પારો ભરવામાં આવે છે.

વાયુભારમાપક યંત્રને માટે અનુકૂળ પ્રવાહી પારો છે.

વાતાવરણના દબાણને લીધે પારો ત્રીસ તસુ તોળાઇ રહેતો હોય છે, તો પછી એ તો ઉઘાડું છે કે, એનાથી હલકું પ્રવાહી વાપરવામાં આવે તો તે એનાથી વધારે ઉંચું રહેશે. દાખલા તરીકે પારા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કરતાં પાણી ૧૩$\frac{૩}{૫}$ (૧૩·૬) ગણું હલકું છે, તેથી પારાને બદલે પાણી વાપર્યું હોય તો ૩૦×૧૩$\frac{૩}{૫}$=૪૦૮ ઇંચિ=૩૪ ફુટ પાણી નળીમાં ઉંચું રહેશે, અને તેથી એવડી લાંબી નળી એ યંત્રને માટે અનુકૂળ નહિ પડે. પાણીને બદલે મધુક (ગ્લીસરીન) વાપર્યું હોય તો તે ૨૭ ફુટ ઉંચું રહેશે. પરંતુ આવાં હલકાં પ્રવાહી વાપર્યાથી હવાના દબાણમાં સહેજસાજ ફેરફાર થયાથી નળીમાંના પ્રવાહીમાં ઘણો ફેરફાર થયેલો જણાશે, અને તેથી એ ફેરફાર માપવાને માટે ઘણી કાળજી રાખવી પડશે, અને તે ફેરફાર ઘણો વધારે જ ગણાશે. એટલા માટે કેટલીક વાર વાયુભારમાપક યંત્રો મધુકવાળાં પણ બનાવવામાં આવે છે. પારો વધારે અનુકૂળ છે, કારણ કે નળીમાં તે ચડે છે ઉતરે છે ત્યારે તેનાં રજકણો કાચને ચોંટી રહેતાં નથી, અને તેથી ખરેખરાં માપ મળી શકે છે.

વાતાવરણની હવાને વજન છે, તેથી વાયુભારમાપક યંત્ર ઉપર જેટલી હવા વધારે હશે તેટલું તેનું વજન યંત્ર ઉપર પડશે અને તેથી યંત્રની અંદરના પારા ઉપર તેટલું વધારે દબાણ થશે. એ યંત્ર લઇ પર્વત ઉપર

જુદી જુદી ઉંચાઇએ વાતાવરણનું દબાણ.

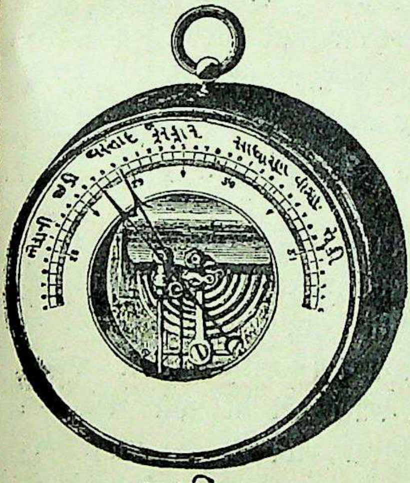
અથવા ઉંચે આકાશમાં ચડતા જઇશું તેમ તેમ આપણા માથા ઉપર હવાનું દબાણ ઓછું થતું જશે અને તેને લીધે પારો નીચે ઉતરી પડશે. એથી ઉલટું કૂવામાં અથવા ખાણમાં નીચા ઉતરીશું ત્યારે એવે સ્થળે હવાનું દબાણ વધારે હોવાને લીધે વાયુભારમાપક યંત્રમાંનો પારો નળીમાં ઉંચો ચડશે. આ પ્રમાણે ઉંચાણ અને નીચાણ પ્રમાણે યંત્રમાંનો પારો નીચો ઉંચો થતો હોવાને લીધે દરિયાની સપાટીથી કોઇ વસ્તુ કેટલી ઉંચી અથવા નીચી છે તેનું માપ સહેલથી આપણને મળી શકે છે. પણ ઉંચાઇ પ્રમાણે નળીમાં પારો કેટલો ઉંચો રહે છે તે આંકડો આપણે પ્રથમ જાણવો જોઇએ, નહિ તો એવાં માપ કાઢી શકાશે નહિ. પારાની અને ઉંચાઇની વચ્ચેના સંબંધનો નિયમ એટલો સાદો નથી, તો પણ દરિયાની સપાટીથી થોડી થોડી ઉંચાઇની બાબતમાં એવું કહેવાય છે કે, ભારમાપકયંત્રમાં પારો એક તસુ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉંચો નીચો થાય છે તો ઉંચાઇ ૯૦૦ ફુટ જેટલી હોય છે. આવું હોય છે તે છતાં આ નિયમ બધે ઠેકાણે લાગુ પાડી શકાતો નથી. દરિયાની સપાટીથી સાડાત્રણ માઇલની ઉંચાઇએ પારો ત્રીસ તસુ રહેવાને બદલે ૧૫ તસુ ઉંચો રહે છે, એથી સાડાત્રણ માઇલની ઉંચાઇએ પારો અર્ધોઅર્ધ નીચો ઉતરી પડે છે. આ ઉપરથી એવો અર્થ થતો નથી કે, આપણા માથા ઉપર વાતાવરણની હવા ઉંચે માત્ર સાત માઇલ સુધી હોય છે. એનાથી પણ ઉંચે હવા હોય છે ખરી, પણ તે હવા ઘણી જ પાતળી હોય છે. એવી ઘણી જ પાતળી હવા પૃથ્વીના પૃષ્ઠથી સો દોઢસો માઇલ ઉંચી રહેલી છે, એવું કહેવામાં આવે છે. પણ સાડા ત્રણ માઇલથી નીચાણવાળી જગ્યા ઉપરની હવા, એનાથી ઉંચી જગ્યાની હવાના કરતાં પોતાના દબાણને લીધે એટલી બધી ઘટ્ટ હોય છે કે, હલકી હવાના વધારે જથ્થાના દબાણના જેટલી જ તેની અસર થતી હોય છે.

૪૨ મી આકૃતિમાંનો ઘડિયાળ જેવો ડબ્બો નિર્વાત (ઍનિરૉઇડ) ભારમાપક યંત્ર છે. એની અંદર પારો હોતો નથી. પણ તેમાંથી હવા તદ્દન ખેંચી લેવામાં આવેલી છે, એટલે તે હવા વિનાનો (નિર્વાત) ધાતુનો ડબ્બો કહેવાય છે. એ ડબ્બાની બાજુઓ વળે એવી હોય છે એટલે દબાણની અંદર જે ફેરફાર થાય છે તેની અસર તેના ઉપર તરત થતી હોય છે. વાતાવરણનું દબાણ વધે છે ત્યારે તેની બાજુઓ અંદર દબાઇ જાય છે, અને તેનું દબાણ ઓછું હોય છે ત્યારે બાજુઓ બહાર



આકૃતિ ૪૨.
નિર્વાત ભારમાપકયંત્ર.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉપસી આવે છે. એની અંદર કમાન તથા કાંટો હોય છે, તેથી દબાણને લીધે બાજુએ જેવી આઘીપાછી થાય છે તે પ્રમાણે તેની અસર એ કાંટા ઉપર થાય છે, અને તેથી કાંટો પણ તે પ્રમાણે આઘોપાછો થાય છે. આવી જાતની ગોઠવણને લીધે એ યંત્ર ઘડિયાળ જેવું લાગે છે. સાધારણ વપરાશને માટે તે ઘણું સરળ હોવાને લીધે બધે ઠેકાણે એ જ નિવાત યંત્ર વપરાય છે.

બૉઇલનો કાયદો.

વાયુના ઘનફળ અને દબાણ વચ્ચેનો સંબંધ.

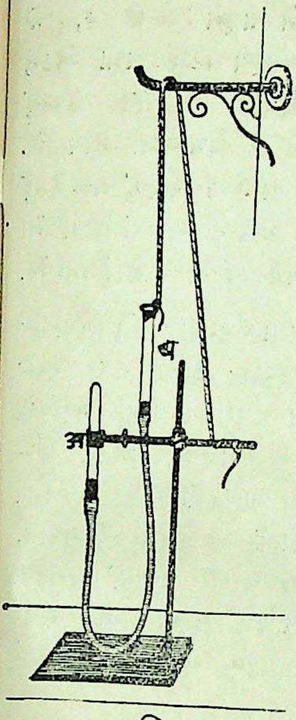
વાતાવરણનું ઘટત્વ કેવી રીતે અને શા માટે જુદું જુદું હોય છે તે સમજવાને માટે વાયુના ઘનફળની અને તેના દબાણની વચ્ચે કેવી જાતનો સંબંધ રહેલો છે તેનો નિયમ આપણે જાણવો જોઇએ. એક છેડેથી બંધ નળીમાંની હવાને પીચકારીના હાથા જેવી ગોઠવણથી દબાવી હોય તો તે સંકોચાશે; એટલે કે તેનું કદ નાનું થશે. આથી હાથાના દબાણથી હવાનું ઘનફળ ઓછું કરી શકાય છે. નળીમાં વધારે અથવા ઓછો પારો ભર્યાથી પણ હવા ઉપરનું દબાણ વધારે ઓછું કરી શકાય છે. આ પ્રમાણે જોતાં વાયુના ઘનફળનો આધાર તેના દબાણ ઉપર જ રહેલો હોય છે. દબાણ જેમ વધારે અથવા ઓછું તેમ તેનું ઘનફળ પણ ઓછું અથવા વધારે હોય છે.

બૉઇલનો કાયદો.

વાયુના ઘનફળ અને દબાણ વચ્ચેના સંબંધનું ખરેખરું માપ ૪૩ મી આકૃતિમાં બતાવેલા સાધનથી કાઢી શકાય છે. એમાં અ અને બ નામની બે નળીઓ છે. એ બન્નેને રબરની નળી ભેરવી લઇ તે બે વચ્ચેનો સંબંધ રાખવામાં આવેલો છે. બન્ને નળીમાં પારો થોડે સુધી ચડેલો રહે એવી રીતે રબરની નળીમાં પારો ભરવામાં આવે છે. અ નળીનો એક છેડો બંધ હોય છે એટલે તેમાં સૂકી કોરી હવા મથાળે પૂરાયેલી રહે છે. એ મોટી નળી પાટીઆ ઉપર સજડ બેસાડેલી હોય છે ને નાની નળી ઉંચી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri



આકૃતિ ૪૩.

નીચી થઇ શકે એવી ગોઠવણ પણ એ યંત્રમાં રાખવામાં આવે છે, તેથી નળીને ઉંચી નીચી કર્યાથી પારાને ઉપલે ભાગે જે હવા ઘેરાયેલી રહેલી છે તેના ઉપર વાતાવરણનું દબાણ વધારે ઓછું થઇ શકે છે. માપના આંકાવાળા પાટીઆની સાથે એ યંત્ર બેસાડેલું હેાય છે એટલે પારાની ઉપર પૂરાયેલી હવાના ઘનફળની તથા બન્ને નળીમાંના પારાની સપાટી વચ્ચેનો તફાવત જાણી શકાય છે, અને તેથી હવા ઉપર કેટલું દબાણ થાય છે તેનું માપ આપણને મળી શકે છે.

આવા પ્રયેાગેા જુદે જુદે ઠેકાણે કર્યાથી તથા એ પ્રયોગોનાં પરિણામ એક બીજાની સાથે સરખાવી જોયાથી વાયુના ઘનફળની અને તેની ઉપરના દબાણની વચ્ચેનો સંબંધ આપણને પ્રત્યક્ષ થાય છે.

બંધ નળીમાંના પારાનું માપ.	ઉઘાડી નળીમાંના પારાનું માપ.	પૂરાયેલી હવા-ના ઘનફળ-ના પ્રમાણનો આંકડો.	હવાનું દબાણ પારાના શતાંશમાત્ર પ્રમાણે	દબાણ અને ઘનફળનો ગુણાકાર.
૫૦.૫	૫૦.૫	૧૯.૫	૭૬.૪	૧૪૯૦
૫૭	૯૫.૫	૧૩.૦	૧૧૪.૯	૧૪૯૪
૪૧.૧	૧૬.૩	૨૮.૯	૫૧.૬	૧૪૯૨

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આ સાથે આપેલાં કોષ્ટક ઉપરથી આપણને માલૂમ પડે છે કે, જે પ્રમાણમાં દબાણ વધે છે તે જ પ્રમાણ મૂજબ ઘનફળ ઘટે છે. વળી એટલું પણ સાથે સાથે જણાય છે કે, વાયુનું ઘનફળ વધે છે તેમ તેના ઉપરનું દબાણ ઘટે છે, અને તેનું પ્રમાણ પણ બરાબર તે જ પ્રમાણમાં હોય છે. પરંતુ આ બન્ને દાખલામાં વાયુનું ઉષ્મામાન તો એક સરખું જ હોવું જોઇએ; એટલે કે તેના ઉપર જુદાં જુદાં દબાણ કરવામાં આવ્યાં હોય, તો પણ વાયુનું ઉષ્મામાન તો એ બધાં દબાણો વખતે તેનું તે જ હોવું જોઇએ.

જુદા જુદા પ્રયોગોનાં નોંધી રાખેલાં પરિણામો ઉપરથી બીજો અગત્યનો સંબંધ આપણને માલૂમ પડે છે. ઉષ્મામાનમાં ફેરફાર હોતો નથી ત્યારે અમુક સંખ્યાના અથવા જથ્થાના વાયુને તેના ઉપર કરવામાં આવેલાં દબાણથી ગુણી નાખીએ તો ગુણાકાર તેનો તે જ આવે છે, એટલે પરિણામમાં ફેર પડતો નથી. આ અગત્યની બાબત બૉઇલે શોધી કાઢી એટલે એ નિયમ બાઇલનો કાયદો કહેવાય છે. એ કાયદો આ પ્રમાણે કહી શકાય. **ઉષ્મામાન તેનું તે જ હોય ત્યારે અમુક જથ્થાના વાયુનું ઘનફળ દબાણના ઉલટા પ્રમાણમાં હોય છે, એટલે કે ઉષ્મામાન એક સરખું રહેતાં ઘનફળનો અને દબાણનો ગુણાકાર હમેશાં તેનો તે આવતો હોવાથી તે અચળ છે.**

મતલબ કે, ઘનફળ બેવડું કરવામાં આવે તો દબાણ બીજે ભાગે એટલે કે એક દ્વિતીયાંશ થાય; ઘનફળ ત્રણગણું વધે તો દબાણ એક તૃતિયાંશ ઘટી જાય. પરંતુ એવું માલૂમ પડયું છે કે, પદાર્થનું ઘનફળ વધારવામાં આવે તો તેનું ઘટત્વ ઘટે છે, અને ઘનફળ ઘટાડવામાં આવે તો ઘટત્વ વધે છે. **તેથી પૂરાયેલી હવાનું ઘનફળ ઘટાડયાથી તેનું ઘટત્વ વધે છે.** ઘટત્વનો અને દબાણનો વધારો એક બીજાના પ્રમાણ પ્રમાણે જ હોય છે. આ નિયમ વાતાવરણને પણ આપણે લાગુ પાડી શકીએ. જેમ જેમ આપણે ઉંચા ચડીએ છીએ તેમ તેમ વાતાવરણનું દબાણ ઓછું થતું જાય છે,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

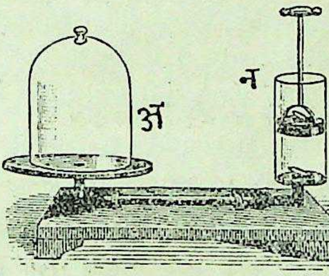
એ આપણે જાણીએ છીએ. હવે આપણે એટલું વિશેષ કહી શકીએ છીએ કે, તેનું ઘટત્વ પણ એ જ પ્રમાણ પ્રમાણે ઘટે છે. તેથી કરીને પૃથ્વીની સપાટીની નીચે કૂવાની અને ખાણોની હવાનું ઘટત્વ ગણીએ નહિ તો પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપરની હવા વધારે ઘટ્ટ હોય છે. પૃથ્વી ઉપરથી ઉંચા ચડીએ છીએ તેમ હવા ઓછી અને તેથી પણ વધારે ઓછી ઘટ્ટ માલૂમ પડે છે. બહુ જ ઉંચાઇએ તેનું ઘટત્વ જરા પણ જણાતું નથી.

વાતાવરણના દબાણથી કામ કરતાં કેટલાંક સાધનો.

જાતજાતનાં હવાશોષક યંત્રો વપરાતાં હોય છે, પરંતુ આપણે તો સૌથી સાધારણ જાતનું યંત્ર અત્રે લઇશું. ૪૪ મી આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એ યંત્રમાં પિત્તળનું ભુંગળું અને તેમાં બરાબર બેસતો આવતો દાંડો હોય છે.

વાયુશોષક યંત્ર.

ભુંગળાની અંદર તળિયે કાણું હોય છે ને તેના ઉપર ઉપલી તરફ ઉઘડે તથા પાછું દેવાઇ જાય એવું ઢાંકણું હોય છે. આ કાણામાં કાટખૂણાએ વાળેલી પિત્તળની નળી બેસાડેલી હોય છે. નળીને બીજે છેડે મથાળે ગોળ રકાબી બેસાડેલી હોય છે, તથા એ રકાબીની સાથેનો નળીનો સંબંધ ચાલુ રાખવા તથા બંધ કરવાને માટે ચકલી ગોઠવેલી હોય છે. દાંડાની નીચેના ગઠ્ઠામાં આરપાર સાર હોય છે, ને તેના ઉપર પણ ઉપલી બાજુ તરફ ઉઘડતું અને પાછું દેવાઇ જાય એવું ઢાંકણું હોય છે. એ યંત્રની રચના આવી સાદી છે. એવા સાદા યંત્રથી હવા કેવી રીતે ખેંચી શકાય છે તે આપણે હવે જોઇએ. જે વાસણમાંથી હવા ખેંચી લેવાની હોય છે તેને રકાબી ઉપર ઉંધું ગોઠવી તેમાં હવા ચોરાય નહિ તે માટે તેની કોરે લાંપી લગાડી લેવામાં આવે છે. નળીમાંની ચકલી બંધ હોય તો તે ઉઘાડી નાખી



આકૃતિ ૪૪.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ભુંગળામાંના દાંડાને નીચે ઉતારવેા. ભુંગળાના તળિયાનું ઢાંકણું બંધ છે અને દાંડેા ભુંગળાની છેક તળિયે છે. દાંડેા ઉપર ખેંચ્યાથી ભુંગળામાં હવા હેાતી નથી, એટલે તળિયાના ઢાંકણા ઉપર હવાનું દબાણ નહિ હેાતાં વાસણમાંની હવા નળી વાટે ધસી આવી ઢાંકણું ઉઘાડી નાખે છે અને તેથી ભુંગળામાં હવા ભરાય છે. આથી વાસણમાંની હવા એાછી થઇ ગયેલી હેાવાને લીધે પહેલાના કરતાં એટલી પાતળી થાય છે. હવે, દાંડેા પાછો નીચે ઉતાર્યાથી હેઠલા ઢાંકણાની ઉપરની હવા ઉપર દબાણ થયાથી એ ઢાંકણું સજડ બંધ રહે છે, પણ ભુંગળામાંની એ હવા ઉપર દાંડાના દબાણથી દાંડાની અંદરનું ઢાંકણું ઉઘડી જાય છે અને તેથી હવા બહાર નીકળતી જાય છે અને દાંડેા નીચે ઉતરતેા જાય છે. આ પ્રમાણે વાસણમાંની અને ભુંગળામાંની થેાડી ઘણી હવા બહાર નીકળી જાય છે, અને તેથી એ યંત્ર થેાડી વાર સુધી ઉપર પ્રમાણે ચલાવ્યું હેાય તેા વાસણમાંની ઘણી ખરી હવા બહાર નીકળી જશે. વાસણમાંની તમામ હવા તેા ખેંચી શકાતી નથી. કારણ કે તેમાંની થેાડી ઘણી હવા ખેંચાયા પછી તે એટલી બધી પાતળી પડી જાય છે કે, તેનામાં હેઠલું ઢાંકણું ઉઘાડવાની શક્તિ જ રહેતી નથી. તેથી વાસણમાંની તમામ હવા તેા કદી પણ શેાષી શકાતી નથી.

પીચકારી પણ એક પ્રકારનું શેાષણયંત્ર છે, ને તેમાંની ગેાઠવણ પણ વાયુશેાષકયંત્રના જેવી જ હેાય છે. ૪૫મી આકૃતિ એવી પીચકારીનેા નમુનેા છે. એમાં છેક તળિયે મ્હેાડામાં સજડ બેસતી ચકલી છે. એવી જ બીજી ચકલી દાંડામાં હેાય છે. પીચકારીનેા દાંડેા નીચે ઉતારી તેનું મ્હેાં પાણીમાં બેાળ્યા પછી દાંડેા ઉપર ખેંચીએ એટલે પીચકારીમાંની હેઠલી ચકલીના ઉપલા અને

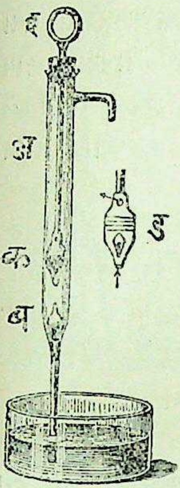
પીચકારી.

દાંડાની નીચેના ભાગમાં હવા નહિ હેાવાથી એ ચકલી ઉપર હવાનું દબાણ હેાતું નથી, અને તેથી પાણી ઉપર વાતાવરણની હવાનું દબાણ થયાથી પાણી મ્હેાંમાં ચડે છે અને હેઠલી ચકલીને ઉંચે ચડાવી દઇ ભુંગળીમાં ભરાય છે. પીચકારીનેા હાથેા દબાવી તેને પાછેા નીચે ઉતારતાં પાણી ઉપર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દબાણ થવાથી હેઠલી ચકલી મ્હોમાં સજડ બેસી જાય છે અને દાંડામાંની ચકલી ઉંચી થઇ જાય છે. આથી પાણીને તેમાં થઇ દાંડાને ઉપલે ભાગે



આવવાનો રસ્તો થાય છે. પાણી જેમ ઉપર આવતું જાય છે તેમ દાંડો નીચે ઉતરતો જાય છે. આ પ્રમાણે પીચકારી ભરાય છે, અને તેની બાજુએ પાણીને બહાર નીકળી જવાનો રસ્તો રાખવામાં આવેલો હોય છે, એટલે તે રસ્તે પાણી બહાર નીકળી જાય છે. એ જ ધોરણે ઘાસતેલ ખેંચવાના સંચા બનાવવામાં આવે છે. એમાં ચકલી હોવાને બદલે પતરાંની પતરી ઉપલી બાજુએ ઉઘડે એવી રીતે જડી લીધેલી હોય છે.

હવાના દબાણને લીધે પારો ૩૦ ઇંચ ઉંચો રહી શકે છે. પાણી કરતાં પારો ૧૩½ ગણો ભારે છે. તેથી વાતાવરણનું દબાણ પાણીને ૩૦ ઇંચ × ૧૩½ = ૨½ × ૧૩½ ફુટ = ૩૩¾ ફુટ ઉંચું રાખી શકે છે.

આકૃતિ ૪૫.

હવાના દબાણ ઉપર જ આવા સંચા ચાલતા હોય છે, તેથી શોષક યંત્રમાંથી પાણી નીકળવાનો માગ પાણીની સપાટીથી ૩૩ ફુટથી વધારે ઉંચો કદી પણ હોવો જોઇએ નહિ. સાધારણ રીતે એ યંત્રોમાં એ માર્ગ ૩૦ ફુટ ઉંચો રાખવામાં આવે છે, કારણ કે નળીની સાથેના ઘસારાની તથા બીજી બાબતોની પણ ગણત્રી એમાં રાખવી પડે છે.

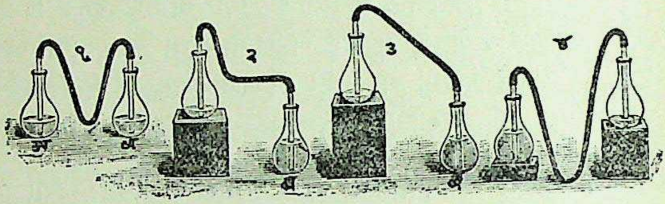
સંકોચાયલી હવા.

વાયુભારમાપક યંત્રમાંના ઢાંકણાં ઉપલી બાજુએ ઉઘડે છે તેને બદલે તે હેઠલી બાજુએ ઉઘડે એવી રીતે એટલે કે એ યંત્રમાં હોય છે તે કરતાં ઉલટાં ગોઠવ્યાં હોય તો વાસણમાંની હવા બહાર ખેંચાઇ આવવાને બદલે તેમાં બહારની હવા ભરાય છે. દાંડો નીચો ઉતારતાં દરેક વખતે હવા તેમાં વધારે ભરાય છે અને તેથી તે સંકોચાય છે. આવી રીતે સંકોચાયેલી હવા ઉપરનું

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar
પુસ્તકાલય ગુરુકુલ કાંગડી

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દબાણ આખું ખસેડી લેવામાં આવે છે ત્યારે તે ઘણા જોરથી વિસ્તાર પામે છે ને તે વખતે મોટો ભડાકો પણ થાય છે. આવા બળનો ઉપયોગ હવાઇ બંદૂકની અંદર કરવામાં આવે છે. આગગાડીની 'બ્રેક'માં સંકોચાયેલી હવા ઉપરનું દબાણ ધીમે ધીમે ખસેડયાથી એક સરખું બળ વાપરી શકાય છે. વળી આવી રીતે હવા વધે છે ત્યારે ઉષ્ણતામાન ઘણું ઓછું થાય છે એટલે તેનો ઉપયોગ શૈત્યક (રેફ્રિજરેટર) માં પણ કરવામાં આવતો હોય છે.



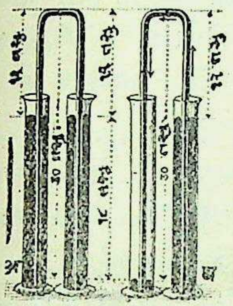
આકૃતિ ૪૬.

વક્રનાળ અથવા બકનળી. કાચની, રબરની અથવા ધાતુની વાંકી નળીને વક્રનાળ અથવા બકનળી (સાઇફન) કહે છે. એ વાંકી નળીની એક બાંય નાની અને બીજી મોટી હોય છે. જે પ્રવાહીને એક વાસણમાંથી બીજા વાસણમાં લેવું હોય તે પ્રવાહીથી એ નળી પૂરીપૂરી ભરવામાં આવે છે, અને પછી બન્ને છેડે અંગુઠા દબાવી ટુંકો છેડો જે વાસણમાંથી પ્રવાહી ખેંચવું હોય તેની અંદર ઉતારી અંગુઠો ખસેડી લેવામાં આવે છે. નળીમાં હવા જરા પણ નહિ હોવાથી વાસણમાંના પ્રવાહી ઉપર વાતાવરણનું દબાણ થાય છે, અને તેથી એ વાંકી નળીમાં પાણી ચડયાં કરે છે અને લાંબા છેડાએથી તે બીજા વાસણમાં પડે છે. બન્ને વાસણમાંના પાણીનું પૃષ્ઠ એક સપાટીએ આવે ત્યાં સુધી પાણી એ વક્રનાળ મારફત બીજા વાસણમાં ઉતરે છે. આ ગોઠવણથી ઉંચી જગ્યા ઉપરનું પાણી નીચાણવાળી જગ્યા ઉપર સહેલથી લઇ જઇ શકાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પરંતુ એક જ સપાટીવાળા પારાથી ભરેલી બે બરણીઓમાં એક સરખી લાંબી બાંયવાળી વક્રનાળ મૂકી હોય તો પરિણામ શું આવશે? નળીની બન્ને બાંયો ત્રીસ તસુ લાંબી અને એ નળીના વાંક આગળથી ૧૨ તસુ પારાની સપાટી છે એવું પણ આપણે ધારીએ. સાધારણ સ્થિતિમાં



આકૃતિ ૪૭.

વાતાવરણના દબાણને લીધે પારો ૩૦ તસુ ઉંચો રહી શકે છે. આથી બરણીમાંના પારા ઉપર ૧૮ ઇંચિ પારા જેટલું વાતાવરણનું વધારાનું દબાણ રહેલું છે, પણ દબાણ બન્ને બાંયમાં એક સરખું જ હોવાથી વાંક આગળનો પારો ખસતો નથી. પણ વાંકી નળીની બે બાંયમાંની એકમાં ત્રીસ તસુ અને બીજીમાં ૧૨ તસુ પારો હોય તો પછી ૧૮ તસુ પારા જેટલું વાતાવરણનું વધારાનું દબાણ તેના ઉપર થતું હોય છે. તેટલા માટે પારો જોર કરે છે અને બન્ને વાસણમાં પારો એક સરખી સપાટીએ આવે ત્યાં સુધી તે વહે છે. આ ઉપરથી એમ જણાય છે કે, વક્રનાળની બાંયમાં ચઢાવનારૂં બળ વાતાવરણના દબાણમાંથી બાંયમાંના પ્રવાહીનું દબાણ બાદ કર્યા જેટલું થાય છે. તે આ પ્રમાણે કહી શકાય:—

પ્રવાહીને નળીમાં ચઢાવનારૂં બળ=વાતાવરણનું દબાણ—બાંયમાંના પ્રવાહીનું દબાણ.

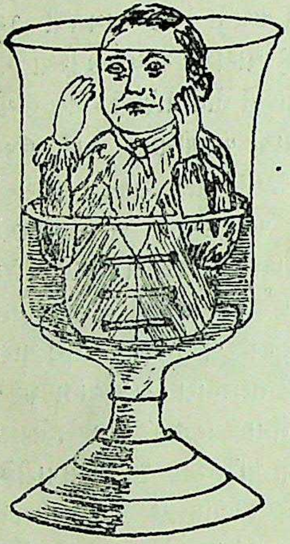
આવાં યંત્રો બરાબર કામ આપી શકે તે માટે તેમનો આધાર વાતાવરણના દબાણ ઉપર રહેતો હોઇ એ તો ઉઘાડું છે કે, વાતાવરણના દબાણથી પ્રવાહી જેટલું ઉંચું રહી શકે તેના કરતાં તે પ્રવાહીની સપાટી વધારે ઉંચી હોય તો પછી એ વક્રનાળ કામ આપતી નથી. એ પ્રવાહી પાણી હોય છે તો પછી વધારે પાણીવાળા વાસણમાંના પાણીની સપાટીથી વક્રનાળનો વાંક ૩૩ ફુટ કરતાં વધારે ઉંચો હોવો જોઇએ નહિ, પણ તે પ્રવાહી પારો હોય તો એ ઉંચાઇ ૩૦ તસુ કરતાં ઓછી હોવી જોઇએ.

૮

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વાસુદેવ પ્યાલો:—આ એક જાતનું રમકડું છે, ને તે વક્રનાળના નિયમે બનાવવામાં આવે છે. એ પડઘીવાળા પ્યાલામાં માણસને બેસાડેલું હોય છે. પ્યાલામાં પાણી રેડવામાં આવે છે, ત્યારે માણસને હોઠે પાણી પહોંચે છે કે એ રમકડું પાણી પી જતું હોય છે. પ્યાલાના હેઠલા ભાગ ઉપર બાકું રાખ્યું હોય છે એટલે પાણી એ રસ્તે બહાર વહી જાય છે, અને તેથી એ રમકડું પાણી પીએ છે છતાં તરસ્યું ને તરસ્યું રહે છે. એમાં વક્રનાળની ગોઠવણ રાખવામાં આવી હોય છે, તેથી પાણી આ પ્રમાણે વહી શકે છે. ટુંકો પગ પ્યાલામાં હોય છે અને લાંબો પગ પ્યાલાની અંદરના પડમાં છેક હેઠળ હોય છે. વાંકી નળીનો વાંક હોઠ આગળ હોય છે, અને તેથી પાણી ત્યાં સુધી ચડે છે એટલે તે વખતે રમકડું પાણી પીતું હોય એમ લાગે છે. ગૂજરાત પાટણમાં મટોડીનાં આવાં રમકડાં ઘણાં બને છે. અંગ્રેજીમાં એને 'ટૅંટેલસ કપ' કહે છે.



આકૃતિ ૪૮.

સાતમા પ્રકરણના પ્રશ્નો.

૧. પારાના ભારમાપકયંત્રમાં પારો ૩૦ તસુ હોય તો પાણીના ભારમાપક યંત્રમાં પાણી કેટલું ઉંચું રહેશે ? ભારમાપકયંત્રમાં પારો ૨૯ તસુ હોય તો પાણીના ભારમાપક યંત્રમાં પાણી કેટલું નીચું ઉતરશે ?

૨. દર ચોરસ તસુએ વાતાવરણનું દબાણ ૧૫ શેર હોય તો દર ચોરસ શતાંશમાત્રે કેટલા સહસ્રગ્રામ દબાણ હશે ?

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૩. ભારમાપક યંત્રમાં પારો ૨૮.૫ તસુ હોય તો દર ચોરસ તસુએ કેટલા શેર વાતાવરણનું દબાણ હશે?

૪. ભારમાપક યંત્રનું માપ ૭૨ શતાંશમાત્ર હોય ત્યારે અમુક વાયુનું ઘનફળ ૩૨૩ ઘનશતાંશમાત્ર છે. ઉષ્માામાનની અંદર ફેરફાર થાય નહિ તો ૭૬ શતાંશમાત્રે તેનું કેટલું ઘનફળ હશે?

૫. સાધારણ દબાણે અને સો માપવાળા ઉષ્મામાપક યંત્રના શૂન્ય અંશે એક લીટર હવાનું વજન ૧.૨૯૩ ગ્રામ છે. ભારમાપક યંત્રનું માપ ૭૮ શતાંશમાત્ર હોય ત્યારે એ જ ઉષ્માામાને એક લીટરના ચંબુમાં કેટલા વજનની હવા સમાશે?

૬. ૨૦ શતાંશમાત્રના ઘનનું વજન સાધારણ દબાણે તથા સો અંશના ઉષ્મામાપક યંત્રના શૂન્ય અંશે ૨૩.૫ ગ્રામ છે. એ જ દબાણે તથા ઉષ્માામાને તેનું વજન (૧) આર્દ્રવાયુમાં તથા (૨) અંગારવાયુમાં કેટલું હશે? (સાધારણ દબાણે અને શૂન્ય અંશે એક લીટર હવાનું વજન ૧.૨૯૩ ગ્રામ, એક લીટર આર્દ્રવાયુનું વજન ૦.૦૯ ગ્રામ અને એક લીટર અંગારવાયુનું વજન ૧.૯૮ ગ્રામ હોય છે.)

૭. હવાનું દબાણ સાધારણ હોય ત્યારે વક્રનાળથી કેટલો ઉંચો પારો બીજા વાસણમાં લઇ શકાશે? એ જ પ્રમાણે વધારેમાં વધારે કેટલી ઉંચાઇ સુધી ગંધકનો તેજાબ વક્રનાળથી બીજા વાસણમાં ઠાલવી શકાશે? (ગંધકના તેજાબનું સા. ઘટત્વ ૧.૮૪ છે.)

૮. હવા દબાણ કરે છે એવું સાબીત કરવાને તમે જે જે પ્રયોગો કર્યા હોય અથવા જોયા હોય તેમનું વર્ણન કરો, અને જે ઉપકરણ વાપર્યાં હોય તેમની આકૃતિ દોરો.

૯. ભારમાપક યંત્રો બનાવવામાં પારો શા માટે વપરાય છે? પાણીથી એવું ભારમાપક યંત્ર બનાવી શકાય? ભારમાપક યંત્રમાંના પારાના ઉપલા ભાગની નળીને છેડે ઝીણું કાણું પાડયું હોય તો શું થાય?

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૧૦. સાદું ભારમાપક યંત્ર કેવી રીતે બનાવવું તેનું વર્ણન કરો.

૧૧. પાણીના બંબા વતી અથવા પીચકારી વતી પાણી ૩૦ ફુટથી વધારે ઉંચું ચઢાવી શકાતું નથી તેનું કારણ કહો, અને આ ખરૂં છે તે સાબીત કરવા માટેના પ્રયોગનું વર્ણન કરો.

૧૨. 'બૉઇલ'નો કાયદો કહો. એ કાયદો ખરો છે કે નહિ તે જોવાને તમે જે પ્રયોગ કર્યો હોય તેનું વર્ણન કરો તથા તમારો પ્રયોગ બરાબર થાય તેને માટે તમારે જે સાવચેતી રાખવી પડી હોય તે પણ કહો.

૧૩. વાયુનાં ઘનફળનો દબાણ પ્રમાણે ફેરફાર થાય છે એ બતાવનારા પ્રયોગનું વર્ણન કરો. ઘનફળ અને દબાણ વચ્ચેનો સંબંધ કેટલો છે ?

૧૪. ટીલાના આકારની નળીના હેઠલા વાંકમાં દર ઘનશતાંશમાત્રે ૧૩.૬ ગ્રામ ઘટત્વનો પારો છે. તેની એક બાંયમાં ૩૦ શતાંશમાત્ર સુધીનું પ્રવાહી રેડવામાં આવે છે. હવે બન્ને બાંયમાંના પારાની સપાટી વચ્ચે ૨.૮ શતાંશમાત્રનો તફાવત પડે તો એ પ્રવાહીનું ઘટત્વ કેટલું હશે તે શોધી કાઢો.

૧૫. ભારમાપક યંત્રની નળીનો અંદરનો વ્યાસ ½ શતાંશમાત્ર છે અને ગોળાકાર ટાંકીનો વ્યાસ ૧૦ શતાંશમાત્ર છે. નળીમાં પારો ૨ શતાંશમાત્ર નીચો ઉતરી પડે છે તો ટાંકીમાં કેટલો વધારો થશે તે ગણી કાઢો.

૧૬. પારાના ભારમાપક યંત્રમાં પારો ૩૦ તસુ હોય છે ત્યારે મધુકના ભારમાપક યત્રમાં મધુક કેટલું ઉંચું રહેતું હશે ? (પારાનું સા. ઘટત્વ ૧૩.૬ ને મધુકનું ૧.૩ છે.)

૧૭. દર ચોરસ તસુએ ૧૪.૭ શેરનું દબાણ દર ચોરસ શતાંશમાત્રે કેટલા ગ્રામ હશે ?

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

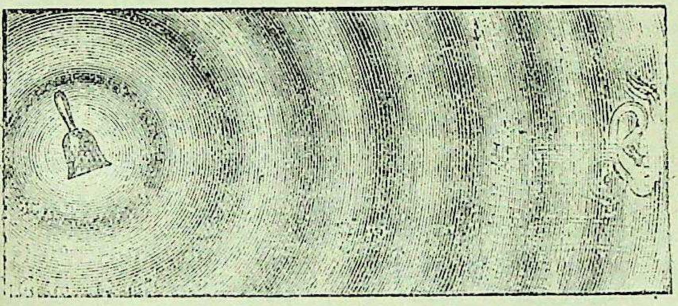
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ આઠમું.

હવા અને અવાજ.

ધ્વનિ અથવા અવાજ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થાય છે

બે પદાર્થો એક બીજાની સાથે અથડાય છે ત્યારે અવાજ ઉત્પન્ન થાય છે. સારંગીના તાર, કાચનો પ્યાલો તથા ધાતુનાં વાસણો જેવા કેટલાક પદાર્થો એવા હોય છે કે, તેમને હાથ અડકતાં જ તેમાંથી રણકો નીકળે છે. અવાજ ઉત્પન્ન થાય છે, ત્યારે તાર, પ્યાલાની કોર તથા વાસણ ધ્રૂજતાં હોય છે. વાગતી વસ્તુ પર આંગળી દબાવ્યાથી તે વાગતી બંધ થઇ જાય છે. રકાબીમાં પાણી ભરી તેની કોરે ટકોરો મારીએ એટલે તેનો અવાજ થાય છે. એ વખતે પાણીમાં નજર કરી જોયું હોય તો પાણી હાલતું જણાય છે.



આકૃતિ ૪૯.

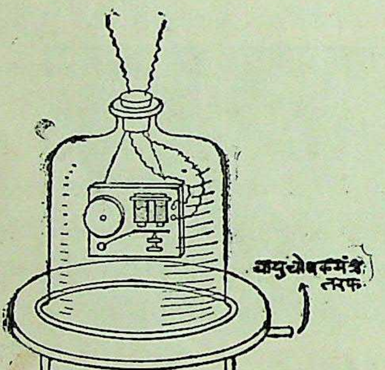
કાચને બેસણી ઉપર લાખ વતી બેસાડી તેના ઉપર ઝીણી રેતી ભભરાવી હોય અને તે પછી તેની એકાદ કોરે તાઉસનો ગજ ફેરવ્યો હોય તો અવાજ થતાંની સાથે જ કાચ ઉપરની રેતી અમુક આકાર પ્રમાણે આઘીપાછી થઇ જાય છે. આ ઉપરથી એટલું સાબીત થાય છે કે, અવાજ ઉત્પન્ન થાય છે ત્યારે વસ્તુ ધ્રુજતી હોય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અવાજ અવકાશમાંથી જતો નથી. પણ તે સ-ભાળવાને હવાની જીરૂર હોય છે.

આપણે બોલીએ છીએ તે વખતે આપણા શબ્દો હવાની સાથે અથડાય છે એટલે હવા પણ ધ્રુજે છે અને તે ધ્રુજારાનાં મોજાં હવામાં ચાલે છે. પાણીમાં કાંકરો નાખ્યાથી જેવી રીતે ગોળ ચક્કરો ચાલતાં દેખાય છે તેવી રીતે હવાનાં મોજાં પણ બધી તરફ ચાલે છે. તે ચાલતાં ચાલતાં આપણા કાને આવી કાનની અંદરના પડદાની સાથે અથડાય છે, અને તેથી તે પડદો ધ્રુજે છે અને એ ધ્રુજારો કાનના જ્ઞાનતંતુઓ મગજે લઇ જાય છે એટલે અવાજ આપણે સાંભળીએ છીએ. આથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે, હવાના સાધન વિના અવાજ સંભળાતો નથી. દાખલા તરીકે, ચાવી આપ્યાથી વાગે એવી ઘંટડી લઇ તેને વાયુશોષકયંત્ર ઉપરના વાસણમાં મૂકીને તેમાંથી હવા ખેંચી હોય તો જેમ હવા ઓછી થતી જાય છે તેમ તેમ ઘંટડીનો અવાજ પણ ઓછો અને ઓછો સંભળાતો જાય છે, ને આખરે તે બીલકૂલ સંભળાતો પણ નથી. કાચનાં બારી બારણાંવાળા ઓરડામાં એક જણ ઉભો રહે અને બારીબારણાં બંધ કરી બીજો માણસ બહાર ઉભો રહીને બોલે તો તે શું બોલે છે તે ઓરડાની અંદર ઊભેલો માણસ સાંભળી શકતો નથી; કારણ કે બારણાં બંધ હોવાથી ઓરડાની અંદરની અને ઓરડાની બહારની હવાની વચ્ચેનો સંબંધ રહેતો નથી.



આકૃતિ ૫૦.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ નવમું.

ગતિ, બળ અને જડત્વ

જગ્યાની ફેરબદલીનો અથવા સ્થાનાંતરનો ખ્યાલ આપવાને માટે ગતિ શબ્દ વપરાય છે. જુદા જુદા પદાર્થોનાં પરસ્પર સ્થાનની અંદર જે ફેરફાર થાય છે તે સાધારણ જાતની ગતિ છે. છોકરો રસ્તામાં દોડતો કે ચાલતો હોય ત્યારે તે આસપાસનાં ઘરો વગેરેના સંબંધમાં ચાલતો અથવા ગતિ કરતો હોય છે. એ છોકરાની ગતિ સમજાવવાને માટે ચાલતી અથવા દોડતી વખતે તેનો વેગ (વૅલૉસિટી) કેટલો હોય તે જાણવાની પણ જરૂર છે; એટલે કે જે દિશામાં તે દોડતો હોય તે દિશા અથવા જે લીટીએ તે દોડતો હોય તે લીટી તથા જેટલી ઝડપથી તે દોડતો હોય તે વેગ આપણે જાણવાં જોઇએ. એ છોકરો ચાલતાં દરેક સેકંડે પાંચ ફુટ જતો હોય તો તેનો વેગ એક સરખી રીતે એક સેકંડે પાંચ ફુટ જવાનો હોય છે. પરંતુ દર સેકંડે તે પાંચ ફુટ જતો ન હોય પણ કોઈ વાર તે ધીમે અને કોઇ વાર રમત કરતો દોડતો હોય અને કોઇ વેળા તે ઘણી ઉતાવળી ગબરડી મારતો હોય તો પછી એની ગતિ શી રીતે સમજાવવી ? એના ચાલવાના કે દોડવાના વેગમાં વખતો વખત ફેરફાર થતો હોય છે, એટલે તે વેગની સરાસરી કાઢી વેગનો સરાસરી આંકડો નક્કી કરવામાં આવે છે, અને તેથી એ વેગ **સરાસરી વેગ** કહેવાય છે. વેગ અને ઝડપ વચ્ચે મોટો તફાવત હોય છે એ લક્ષમાં રાખવું જોઇએ. ઝડપ (સ્પીડ)ની અંદર ગતિની દિશાનો સમાવેશ થતો નથી, પણ વેગ શબ્દ કહ્યાથી અમુક દિશાની અંદર તેની ગતિ થતી હોય છે એમ સમજાય છે. દૃષ્ટાંત તરીકે, આગગાડી વાંકવાળા રસ્તા ઉપર કલાકે ૬૦ માઇલની ઝડપથી ચાલતી હોય તો તેની તે ઝડપ તો તેની તે રહે છે,

ગતિની વ્યાખ્યા.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પણ તેનો વેગ ઓછો વધારે થતો હોય છે. તેટલા માટે ચાલતી વસ્તુની સરાસરી ઝડપ જાણવાની જરૂર રહે છે.

સરાસરી ઝડપ.

આપણે એક છોકરાનું દૃષ્ટાંત લઇએ. એક છોકરો ૪૦૦ સેકંડમાં ૮૦૦ વાર દોડયો હોય તો ૮૦૦ ને ૪૦૦ વતી ભાગી નાખ્યાથી એક સેકંડમાં તેની સરાસરી ઝડપ બે વાર હોય છે. અમુક વખતમાં જ તેને અમુક જગ્યાએ પહોંચી જવું હોય તો તેણે એક સરખી રીતે જ દોડવું જોઇએ. ઝડપનું ધોરણ એક સેકંડે એક ફુટનું રાખવામાં આવ્યું છે. દાખલા તરીકે છ ની ઝડપ કહ્યાથી એક સેકંડે ૬ ફુટની ઝડપ ગણાય છે.

એક સરખા રેખાત્મક વેગનું માપ.

કોઇ પણ વસ્તુ એકસરખી રીતે સીધી લીટીએ જતી હોય અને લંબાઇના ધોરણ પ્રમાણે તેણે કેટલું અંતર કાપ્યું છે તે તથા વખતના માપના ધોરણ પ્રમાણે તેને ચાલતાં કેટલો વખત લાગ્યો તે આપણે જાણતા હોઇએ તો તેનો વેગ આપણે કાઢી શકીએ. તેટલા માટે જેટલું અંતર ચાલવામાં આવ્યું હોય તે અંતરના આંકડાને એ અંતર કાપતાં જેટલો વખત લાગ્યો હોય તે આંકડાવતી ભાગી નાંખ્યાથી એ વસ્તુનો એકસરખો વેગ નીકળી શકે છે, ને તે આ પ્રમાણે કહી શકાય:—

$$\text{વેગ}=\frac{\text{અંતર}}{\text{સમય}} \text{ અથવા } \text{અંતર}=\text{વેગ}\times\text{સમય}.$$

જુદા પ્રકારના વેગ: કાચની નળીમાં અથવા પિત્તળની ભુંગળીમાં કાચનો લખોટો, ભુંગળીને મેજ ઉપર ખસેડતા જતાં તેની કોરે તે અડકે નહિ એવી રીતે સીધો નાખ્યો હોય તો એ તો ખુલ્લું છે કે, નળીમાં લખોટો હોવાને લીધે તેનો વેગ નળીનો જે વેગ હશે તે જ હોવો જોઇએ, તથા તે મેજ ઉપર ચાલતો હોવાથી તેની દિશા પણ તેના આગલા વેગને કાટખૂણે હોવી જોઇએ. આથી કરીને બે સ્વતંત્ર વેગનો આપણે વિચાર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કરવાનો રહે છે; એક તો નળીનો વેગ અને બીજો નળીના સંબંધમાં રહેલા લખોટાનો વેગ. એ જ પ્રમાણે નદીને પેલે પાર જતા વહાણના અને તુતક ઉપર ચાલતા માણસના વેગ વિષે વિચાર કરીએ. માણસ પોતે અમુક વેગથી ચાલે છે અને વહાણ પોતે પણ ચાલે છે એટલે તેના સંબંધમાં પણ તેની ગતિ થતી હોય છે. આવી બાબતોમાં એ સ્વતંત્ર વેગના લબ્ધ કાઢયાથી વેગ નીકળી શકે છે. એ બન્ને વેગની દિશા એક જ હોય તો લબ્ધ તેમનો સરવાળો હોય છે. તે સામસામી દિશાએ હોય છે, તો લબ્ધ તેમની બાદબાકી છે.

વેગવૃદ્ધિ:—આગગાડી સ્ટેશનથી ઉપડે છે તે વખતે તેનો વેગ થોડો હોય છે. તે આગળ ચાલતી જાય છે, તેમ તેનો વેગ વધારે થતો જાય છે, ને પછી પોતાના વેગ પ્રમાણે થોડે સુધી ચાલ્યા પછી બીજું સ્ટેશન આવે છે એટલે તેનો વેગ ધીમો પડતો જાય છે ને તે ઠેઠ સ્ટેશને આવીને ઉભી રહે છે તે વખતે તેનો વેગ ઘણો જ થોડો હોય છે. એ જ પ્રમાણે હવામાં નાખેલો દડો ઉંચે ચડતો જાય છે તેમ તેનો વેગ થોડો થોડો થતો જઇ આખરે તે અટકી જાય છે, ને પછી તે નીચે પડવા માંડે છે એટલે તે જ પ્રમાણે તેનો વેગ ધીમે ધીમે વધતો જાય છે. આવા નિયમિત વેગના થતા વધારાઘટાડાને વેગવૃદ્ધિ અને વેગરોધન કહેવામાં આવે છે.

વેગવૃદ્ધિનું એકમ, તેટલા માટે, અમુક એકમ વખતમાં અમુક એકમ વેગનો વધારો છે, અને તેને દર સેકંડે એક ફુટનો જેટલો વધારો થતો હોય તેની બરાબર માનવામાં આવેલું છે.

ઢોળાવ ઉપરથી ગબડતા દડાનું માપ.

છ ફુટ લાંબું કાગળનું જાડું પૂઠું લઇ તેની અંદર એક ખૂણેથી બીજા ખૂણા સુધીનો ખાંચ પાડી તેને એક છેડેથી ઢાળે ગોઠવીને રાખવું. એ પછી લખોટો ઉપલા છેડાએ મૂકી ગબડાવવો. લખોટો ગબડતો જાય છે તેમ તેનો વેગ વધતો જાય છે. દર સેકંડે તેનો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વેગ વધતો જાય છે તે જોવાને માટે સેકંડવાળું લોલક ગોઠવીને ચાલતું કરવું. લોલકનો એક ફેરો પૂરો થાય એટલે તે કોઇ વસ્તુને અથડાઇ વાગે એવી ગોઠવણ પણ તેમાં રાખેલી હોવી જોઇએ, કારણ એથી એક સેકંડ પૂરી થયાની આપણને ખબર પડે છે. એ પછી લોલકનો ટકોરો વાગે તે જ વખતે લખોટાને પૂઠા ઉપર ગબડાવવો. બીજે છેડે લોલકનો ટકોરો વાગે તે દરમ્યાન લખોટો પૂઠા ઉપર જેટલો ચાલ્યો હોય તે જગ્યાએ નિશાની કરી લેવી અને એ જ પ્રમાણે લખોટો નીચે આવતા સુધીમાં લોલકના ટકોરા પ્રમાણે તે કેટલો નીચે ઉતરતો ગયો છે તેની પણ નિશાની કરી લેવી. એ પછી દરેક સેકંડમાં લખોટો કેટલો ગબડયો છે તેનાં માપ કાઢવાથી તેનો વેગ વધેલો જણાશે.

વેગમાન (મોમેંટમ):—વેગમાન સમજવાને માટે આપણે એક દાખલો લઇએ. લાકડાની બે પટીઓ લઇ તેમને છેડે દોરી બાંધી બે દડા બાંધી લેવા ને પછી એ પટીઓ લાકડાની ઘોડી ઉપર વચ્ચે કોઇ યુક્તિથી એવી રીતે ગોઠવવી કે તેમને લટકતા બાંધેલા દડા એક બીજાને અડકીને રહે. એ પછી એ દડાના નીચે ઘોડીના હેઠલા પાટીઆ ઉપર માપની પટી રાખ-વી ને એ દડાઓ પટી ઉપરના કયા આંકાએ સ્થિર રહેલા છે તે આંકાઓ નોંધી લેવા. એ પછી દડાએ બાંધેલી દોરી બે હાથમાં પકડી આઘી લેવી ને તે પછી બન્ને દોરીઓ બે હાથમાંથી એક જ વખતે છોડી દેવી. આથી દડાઓ એક બીજાની સાથે અથડાશે અને જો તે બન્ને દડાનું દળ એક સરખું હશે તો તે બન્ને એક સરખા વેગથી પાછા હઠશે. હવે એ બે દડાઓમાંનો એક નાનો અને બીજો મોટો એ પ્રમાણે લઇએ તો જેવી રીતે એક જ દળના અને એક સરખી લાંબી દોરીએ લટકાવેલા દડા એક બીજાને અથડાયા ત્યારે તેમનો વેગ એક સરખો હતો તેવી રીતે નહિ હોય, પણ નાનો દડો મોટા દડાને અથડાય છે તે પહેલાં તેનું વેગમાન મોટા દડાના વેગમાન કરતાં ઓછું હોય છે. પરંતુ તેઓ અથડાય છે તે પછી તેમનું વેગમાન એક સરખું જ હોય છે. નાના દડાના દળ કરતાં મોટા દડાનું દળ વધારે છે તેથી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મોટા દડાના વેગ કરતાં નાના દડાનો વેગ તે અથડાઇ પાછો હઠે છે તે વખતે તેટલા ગણો વધારે હોય છે. એથી વેગમાન સંબંધી એવો નિયમ આપી શકાય કે **કોઈપણ પદાર્થનો વેગમાન તેની અંદર ગતિનો જે જથ્થો હોય છે તેની તથા દળના અને વેગના ગુણાકારની બરાબર હોય છે.** વેગમાન=દળ × વેગ.

ગતિનો ત્રીજો નિયમ.

દ્રવ્ય અને ગતિના સંબંધને લગતા ત્રણ મુખ્ય નિયમો ન્યુટને ઘડયા એટલે તેઓ **ન્યુટનના ગતિવિષયક કાયદા** એ નામે ઓળખાય છે. પહેલા બે કાયદા લેતા પહેલાં આપણે એનો ત્રીજો કાયદો પ્રથમ લઇશું. તે એવો છે કે, **કાર્ય અને પ્રતિકાર્ય એકસરખાં અને સામે સામેનાં હોય છે.**

દૃષ્ટાંત તરીકે લોહચુંબકને તથા લોખંડના ખીલાને દોરી બાંધીને એવી રીતે લટકાવીએ કે લોહચુંબક અને ખીલો બન્ને એક બીજા તરફ ખેંચાય. ખીલો લોહચુંબક તરફ જલદીથી ખેંચાશે અને તેથી ખીલાના દળ કરતાં લોહચુંબકનું દળ જેટલું વધારે હશે તે સંખ્યાની બરાબર જ લોહચુંબકની વેગવૃદ્ધિ વધારે હશે. કાર્ય અને પ્રતિકાર્ય સમાન અને સામસામાં હોય છે, તેથી આપણે એમ કહી શકીએ કે, **બે પદાર્થોનાં પરસ્પર કાર્ય અને પ્રતિકાર્યને લીધે તેમની અંદર જે વૃદ્ધિ (એકસીલરેશન) આવે છે તેના ઉલટા પ્રમાણમાં એ બે પદાર્થોનાં દળ હોય છે.**

એક બીજો દાખલો આપણે લઇએ., મેજ ઉપર તમારી હથેલી અમુક બળથી તમે દબાવો તો એ ત્રીજા નિયમથી એમ કહી શકાય કે મેજ તમારી હથેલીની સામે એટલા જ બળથી દબાણ કરે છે, એટલે કે મેજ તમારા બળની સામે સામું બળ કરે છે. એજ પ્રમાણે હથેલીમાં પાચ શેરી મૂકી હાથ ધરી રાખીએ તો એ પાંચ શેરી તમારી હથેલી ઉપર દબાણ કરે છે ને તેને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જે આપણે વજન કહીએ છીએ. પાંચ શેરી હેઠલી તરફ દબાણ કરે છે ને તમારો હાથ ઉપલી તરફ સામું દબાણ કરે છે.

બળ.

કોઇ એક વસ્તુમાં અમુક વેગમાન છે એમ ધારીએ તો એ વેગમાન બદલાય તે માટે તે વસ્તુ ઉપર કોઇનું કંઇ કાર્ય થવું જોઇએ. તે કાર્ય બળ પોતે જ હોય છે. બીજી રીતે કહીએ તો **પદાર્થની અંદર વેગમાનનો ફેરફાર ધીમે ધીમે થતો હોય અથવા કરવામાં આવતો હોય ત્યારે તે પદાર્થ ઉપર બળ લગાડવામાં આવ્યું હોય** છે. બળની આવી વ્યાખ્યા કર્યાથી તે વિષે કશું સમજી શકાય નહિ. એનાથી બળ વપરાયું તેને લીધે જે અસર થાય તે જ આપણે જાણી શકીએ છીએ. હવે બળને લીધે વેગમાનની અંદર ફેરફાર થાય છે તેથી જે દરથી વેગમાન બદલાય છે તેને જ બળનું માપ માની શકાય, અને તેથી એમ કહી શકાય કે, જે બળો **એકસરખા સમયમાં એકસરખાં** વેગમાન ઉત્પન્ન કરે તે બળો **એકસરખાં** છે.

બળને લીધે થતી વેગવૃદ્ધિઃ—કોઇ પણ પદાર્થનું વેગમાન તે પદાર્થના દળ અને વેગ ઉપરથી નક્કી કરી શકાય છે. પદાર્થનું દળ તો હમેશાં તેનું તે જ રહે છે; એટલે વેગ બદલાયાથી જ વેગમાનની અંદર ફેરફાર થઇ શકે. પણ વેગના ફેરફારનો દર વેગવૃદ્ધિ હોય છે, તેથી જ્યારે કોઇ પણ પદાર્થ ચાલતો હોય ત્યારે તેના વેગની વૃદ્ધિ થતી જતી હોય તો વેગમાન બદલાય છે, અને વેગમાન બદલાયાથી એમ કહી શકાય કે એ પદાર્થ ઉપર બળ લાગેલું હોય છે. હવે એ વેગવૃદ્ધિ એકસરખી હોય તો પછી એ પદાર્થ ઉપર એકસરખું બળ થતું હોવું જોઇએ. એ ઉપરથી આપણે એવા નિર્ણય ઉપર આવી શકીએ છીએ કે,

બળના એકમની સંખ્યા=દળના એકમની સંખ્યા × વેગવૃદ્ધિની સંખ્યા; અથવા બળ=દળ×વેગવૃદ્ધિ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જડત્વ.

કોઇ પણ વસ્તુ પોતાની મેળે ચાલતી નથી, એ આપણે જાણીએ છીએ. જમીન ઉપર પડેલો પત્થર પોતાની મેળે ખસતો નથી. તેને કોઇએ ખસેડયા સિવાય તે ખસવાનો પણ નથી. વળી એક વાર તે ચાલવા માંડે તો પછી તેને કોઇ જ અટકાવે નહિ અથવા તેના પર બળ કરે નહિ તો તેની તે દિશાએ અને વળી તેટલા જ વેગથી તે ચાલ્યાં જ કરે. તેથી એને વિષે એવી વ્યાખ્યા બાંધી શકાય કે, હરકોઈ વસ્તુ ગતિમાં હોય તો તેની ગતિ અટકાવવાની અથવા તે સ્થિર હોય તો તેને ગતિમાં મૂકવાની અશક્તિ એ જડત્વ છે. દોડતા ઘોડાને એકદમ અટકાવ્યો હોય તો તેના પર બેઠેલો માણસ નીચે પડી જાય છે. જડત્વનો આ નિયમ ન્યુટનના ગતિના પહેલા કાયદાની સાથે સરખાવવામાં આવે છે.

ગતિનો પહેલો કાયદો.

જ્યાં સુધી બળ વાપરી વસ્તુની ગતિની અંદર ફેરફાર કરવામાં આવે નહિ ત્યાં સુધી દરેક વસ્તુ સ્થિર રહે છે અથવા સીધી લીટીએ એક-સ[illegible] [illegible]થી ચાલ્યા કરે છે. ન્યુટનના ગતિના આ પહેલા કાયદાનો અર્થ એવો છે કે, પદાર્થ સ્થિર હોય તો તેની એ સ્થિરતાની અંદર બળ કરી ફેરફાર કર્યાં સિવાય તે સ્થિર જ રહેશે. મેજ ઉપર પડેલી વસ્તુને ખસેડયા સિવાય તે ત્યાંથી ખસવાની નથી. તે જ પ્રમાણે કોઇ વસ્તુ ગતિમાં હોય તો તેની ગતિ અટકાવ્યા સિવાય તે કદી પણ અટકવાની નથી. અલબત્ત જમીન પર ગબડતો દડો આખરે અટકી જાય છે, પણ તેને અટકાવનારાં બળ જમીનનું ઘર્ષણ, હવા વગેરે હોય છે.

આકૃતિ દોરીને બળ દર્શાવી શકાય

પ્રત્યેક બળનું અમુક પરિમાણ હોય છે અને તે અમુક દિશાએ કાર્ય કરતું હોય છે, તેટલા માટે લીટી દોરીને તે બળ બતાવી શકાય. બળનું પરિમાણ જેટલું હોય તે આંકડા બરાબર લીટી લાંબી દોરી શકાય અને

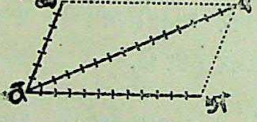
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જે દિશાએ બળ કાર્ય કરતું હોય તે દિશા પણ તેની રાખી શકાય. બળનું ધોરણ એક તસુ લાંબી લીટીનું રાખ્યું હોય તો પાંચ એકમ બળને માટે પાંચ તસુ લાંબી લીટી દોરવી પડે, અને ત્રણનાં અને પાંચનાં એવાં બે બળ એ જ દિશાએ કાર્ય કરનારાં હોય તો એ લીટી આઠ તસુ લાંબી હોવાથી તે બન્ને બળ તેમાં સમાઇ જાય. એમ છતાં એક દિશાએ કાર્ય કરનારૂં બળ પાંચનું હોય અને સામી દિશાએ કાર્ય કરનારૂં બળ ત્રણનું હોય તો તેની અસર વધારે બળવાળાની દિશાએ બે બળના જેટલી થશે. (૫–૩=૨). દોરડાની રમતમાં સામસામા માણસોનું બળ એક સરખું હોય છે, ત્યાં સુધી તે દોરડું તણાયલું રહે છે, કારણ કે સામસામા બળ એક સરખાં હોવાથી કોઇ બાજુ જીતતી નથી. પણ એક બાજુનું બળ સામી બાજુના બળ કરતાં વધારે થાય છે, ત્યારે વધારે બળ કરનારી બાજુ જીતે છે; કારણ કે સામી બાજુના બળની બધી અસર નકામી જાય છે.

સમાંતરબાંજુચોખૂણ

પદાર્થ ઉપર ગમે તેટલાં બળ કાર્ય કરતાં હોય, તો પણ તે પદાર્થ એક જ સમયે એક જ દિશા તરફ ગતિ કરી શકે છે. દરેક બળનું પોતપોતાનું અમુક પરિમાણ હોય છે, તથા તે અમુક દિશાએ કાર્ય કરતું હોય છે, તેથી તે બધાં ભેગાં બળનું પરિણામ એવું આવે છે કે, તે પદાર્થ ગતિ કરી શકે એમ હોય તો તે અમુક વેગથી ગતિ કરી શકે છે. એ બધાં જુદાં જુદાં બળની અસર જેટલી જ અસર કરનારૂં એક બળ એ બધાં બળોનું ફળ કે લબ્ધ (રીઝલ્ટંટ) કહેવાય છે. એ જુદાં જુદાં બળો એક પદાર્થ ઉપર એક જ સમયે કાર્ય કરતાં હોય ત્યારે તેમનું ફળ સમાંતર-બાજુચોખૂણની મદદથી કાઢી શકાયછે. તે આ પ્રમાણે છે:—



આકૃતી ૫૧.

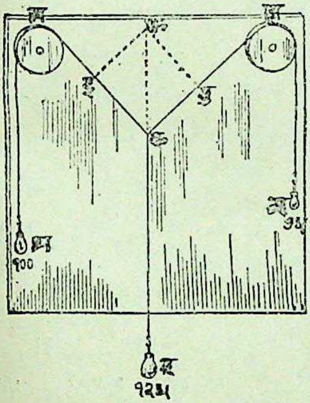
અસુક સ્થળે કાર્ય કરનારાં બે બળો સમાંતરબાજુચોખૂણની

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આકૃતિની પાસે પાસેની લીટીઓના પરિમાણ અને દિશાથી દર્શાવી શકાય તો એ બે બળોનાં ફળ તે સ્થળમાં થઈને જનારા સમાંતર બાજુચોખૂણના કર્ણના પરિમાણ અને દિશાથી દર્શાવી શકાય છે.

વ નામનો કોઈ એક પદાર્થ છે ને તેના ઉપર બે બળો જુદી જુદી દિશાએ કાર્ય કરે છે. એ બે બળોના પરિમાણ અને દિશા પ્રમાણે **વઅ** અને **વબ** નામની બે લીટીઓ દોરીને તેમને દર્શાવવામાં આવ્યાં છે. એ બે બળોનું ફળ અથવા લબ્ધ શોધી કાઢવાને માટે **બવઅર** નામના સમાંતરબાજુચોખૂણની આકૃતિ દોરીને **વર** લીટી દોરવી. એ **વર** લીટી એ બે બળોનું ફળ છે.



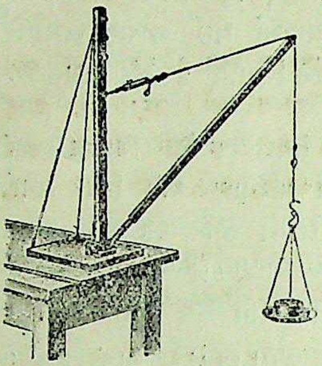
આકૃતિ પર.

સમાંતરબાજુચોખૂણ બળ. **અ** અને **બ**નામની બે ગરગડીને ચોકઠામાં ખીલો મારીને પાટીઆના ખૂણાએ બેસાડવી અને પછી તેના ઉપર દોરી નાખી તેને એક છેડે ૧૦૦ ગ્રામનું અને બીજે છેડે ૭૫ ગ્રામનું એમ બે વજનો લટકાવવાં. દોરીની વચ્ચે **ક** બિંદુએ આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે ૧૨૫ ગ્રામનું ત્રીજું વજન ટાંગવું. એ પછી એ વજનોને સ્થિર થવા દેવાં. ત્યાર બાદ **ક.બ** દોરીએ ૭.૫ શતાંશમાત્ર જેટલે અંતરે નિશાની કરી **કડ** ભાગ પાડવો અને **અ ક** દોરીએ ૧૦ શતાંશમાત્ર જેવડો **ઇક** વિભાગ કરવો અને તે પછી **કડફઇ** નામનો સમાંતરબાજુ-ચોખૂણ દોરી લેવો. **કફ** લીટી દોરી લીધાથી તે ૧૨.૫ શતાંશમાત્ર જેવડી મોટી માલૂમ પડશે એટલે કે જેવડાં વજન વાપરવામાં આવે તેમના પ્રમાણ પ્રમાણે બાજુઓ અને કર્ણ (ડાયેગોનલ) હોય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

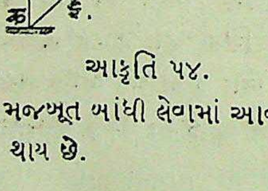
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉંટડોઃ—(ક્રેન) મોટાં અને ઘણાં ભારે વજનો ઉંચકવાને માટે વાપરવામાં આવતું ઊંટડા નામનું યંત્ર સમાંતરબાજુચોખૂણ જેવું છે. ૫૩ મી આકૃતિ એક જાતનો ઉંટડો છે. તેની અંદર હેઠળ સજડ બેસાડેલો ઉભો એક થાંભલો અથવા લાગ (ટાઈ) હોય છે અને તેની અંદર બેસતો આવતો એક હાથો હોય છે, તથા તે ઉપરાંત ત્રાજવાનું પલ્લું હોય છે. થાંભલાને કમાનવાળો કાંટો સજડ બેસાડેલો હોય છે, અને હાથાએ ત્રાજવું હોય છે. એવે વખતે



આકૃતિ ૫૩.

હાથાના છેડાએ દોરડાં બાંધી લેવામાં આવે છે. એમાં બળ કેવી રીતે કાર્ય કરે છે તે ૫૪ મી આકૃતિ દોરીને બતાવવામાં આવ્યું છે. अड લીટીએ વજન અને अब લીટીએ થાંભલા પરતું બળ બતાવ્યું છે અને તે પછી कअडइ સમાંતરબાજુચોખૂણ દોરવામાં આવ્યો છે. એથી એવું માલૂમ પડયું છે કે હાથાએ જે બળ અથવા ખેંચાણ થાય છે તે સમાંતરબાજુચોખૂણના કર્ણ अइ થી લગભગ બતાવી શકાય છે. હાથાને છેડે अ આગળ ગરગડી રાખી હોય અને તેને ટેકવતા દોરડાને क આગળ મજબૂત બાંધી લેવામાં આવ્યું હોય તો બળનું પ્રતિકાર્ય ઘણું અટપટું થાય છે.



આકૃતિ ૫૪.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નવમા પ્રકરણના પ્રશ્નો.

૧. ચાર બળો એક ઠેકાણે લાગેલાં હોય છે; એમાંનું ૧૦ શેરનું બળ બરાબર ઉત્તરે, બીજું ૧૫ શેરનું બરાબર પૂર્વે, ત્રીજું ૨૦ શેરનું બરાબર દક્ષિણે અને ચોથું ૨૫ શેરનું બરાબર પશ્ચિમે કાર્ય કરે છે, તો એના લબ્ધ બળનું પરિમાણ અને દિશા શોધી કાઢો.

૨. અમુક બળનાં અનુપ્રસ્થ અને ઉભાં ઘટકો અનુક્રમે ૬૦ શેર અને ૧૧૪ શેર વજનનાં છે તો એ બળનું પરિમાણ શું હશે?

૩. સમાંતરબાજુચોખૂણ બળનો સિદ્ધાંત સમજાવવા માટેના પ્રયોગનું વર્ણન કરો.

૪. અ અને બ નામનાં બે બળો એક વસ્તુને લાગેલાં છે. એકલું અ જ બળ કાર્ય કરતું હોય તો ૨ સેકંડમાં દર એક સેકંડે ૧૦ ફુટનો વેગ તે ઉત્પન્ન કરે અને એકલું બ બળ કાર્ય કરતું હોય તો ત્રણ સેકંડમાં દર સેકંડે ૧૮ ફુટ વેગ આપે. પણ અબ બન્ને બળો એક સાથે કાર્ય કરતાં હોય તો એ પદાર્થને (૧) એક જ દિશામાં અને (૨) સામસામી દિશામાં કેટલો વેગ આપે.

૫. ૩ ગ્રામ, ૪ ગ્રામ અને ૫ ગ્રામનાં બળો એક સ્થળે કાર્ય કરે છે અને તે સમતોલ રહેલાં છે, તો તેમની વચ્ચેના ખૂણા કેટલા અંશના હશે? એજ પ્રમાણે ૨ ગ્રામ, ૪ ગ્રામ અને ૫ ગ્રામનાં બળો એક સ્થળે કાર્ય કરે છે અને તે સમતોલ રહેલાં છે તો તેમની વચ્ચેના ખૂણા કયા અંશના હશે?

૬. એક ખોખાના ઉપલા બે ખૂણાએ કડીમાં દોરી ભેરવી ૩ શેરના દળની છબી ખીલાએ ઓળંબે લટકી રહેલી છે. હવે એ દોરી અને ખોખાના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉપલા ખૂણાથી સમબાજુત્રિકોણ (ઇક્વીલૅટરેલ) થતો હોય તો દોરી કેટલી તણાય છે તે શોધી કાઢો.

૭. अब દાંડી ૯૮ શતાંશમાત્ર લાંબી છે. એના अ છેડાએ ૧૯૫ ગ્રામનું અને ब છેડાએ ૭૫ ગ્રામનું વજન ટાંગ્યું છે. તો એ દાંડીને સમતોલ રાખવાને માટે દાંડીની વચ્ચે क આગળ કેટલું બળ ટાંગવું પડશે તથા अक દાંડી કેટલી લાંબી હશે ?

૮. अबकड ચોરસ છે. ब આગળ બે બળ કાર્ય કરે છે તેમાંનું એક ૩૦ એકમનું બળ अ થી ब સુધી અને બીજું ૪૦ એકમનું ब થી क સુધી કાર્ય કરે છે, (૧) તો એ બળનું લબ્ધ કેવી રીતે કાઢી શકાય તે આકૃતિ દોરીને બતાવો તથા (૨) તે કેટલું હશે તે કહો.

૯. બળ અને વજન વચ્ચે શો તફાવત છે તે કહો. એ બન્નેને માપવાની રીતનું વર્ણન કરો.

૧૦. વેગ, વેગવૃદ્ધિ (ઍક્સીલરેશન) અને સરાસરી વેગ એ શબ્દોના અર્થ શા છે?

૧૧. ૬૦ શેર વજનવાળો છોકરો જે ઠેકાણેથી ચીચવાનું પાટીઉં સમતોલ રહેલું છે તે ઠેકાણેથી ૮ ફુટને અંતરે બેસે છે તો પછી એ પાટીઆને સમતોલ રાખવાને માટે ૧૨૦ શેરના વજનવાળા છોકરાએ એ જગ્યા-એથી કેટલે દૂર બેસવું જોઇએ ?

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જવાબ

પ્રકરણ પહેલું.

(૧) ૧૦૯૩ વાર, ૧ ફુટ, ૧૦ તસુ. (૨) ૪૮૦૮.૨ માત્ર. (૩) ૨૪; ૦.૬ શ. મા. (૪) ૨૯.૯૨ તસુ. (૫) $\frac{\text{૧}}{\text{૨૫.૪}}$; $\frac{\text{૧}}{\text{૩.૦૪૭}}$; $\frac{\text{૧}}{\text{૨.૫૪}}$. (૭) ૨૧૮.૭ વાર; ૨૫.૪ શ. મા; ૦.૦૨૫૪ શ. મા. (૨૩) ૯.૭૮૫ તસુ. (૨૪) ૧ : ૨.

પ્રકરણ બીજું.

(૧) ૯૦૦૦ ચોરસ શતાંશમાત્ર; ૧૫૦ ચો. તસુ; ૮.૯૭૬ ચો. માત્ર. (૨) ૬ માત્ર; ૧૫ ફુટ. (૩) ૯૬ ચો. શ. મા; ૨૪ ચો. શ. મા. (૪) ૪૦૪૬ ચો. મા. (૫) ૧ ચો. તસુ=૬.૪૫ ચો. શ. માત્ર. (૬) વર્તુળનું ક્ષેત્રફળ : ચોરસનું ક્ષેત્રફળ :: ૪ : $\frac{\text{૨૨}}{\text{૭}}$. (૮) ૨×૧૦૯ ચો. ગાઉ. (૯) ૨૪૮૫૪.૮ ગાઉ. (૧૦) ૫૧ એકર. (૧૧) ૪૭$\frac{\text{૩}}{\text{૪}}$. (૧૨) ૭૯. (૧૩) ૩૪૬.૯ ચો. વાર. (૧૪) ૭૪૨ સહસ્રાંશમાત્ર. (૧૫) ૧.૮૨ ચો. ફુટ. (૧૬) ૧૦૧૮ ચો. તસુ. (૧૭) ૭૪૪ ચો. ફુટ. (૧૮) ૨૧૯૧૩ ચો. ફુટ.

પ્રકરણ ત્રીજું.

(૧) ૭૦૮૦૪૮ ઘનશતાંશમાત્ર; ૩૦૫ ઘનતસુ; ૮.૮૦ પાઈંટ; ૨૧૯.૯. (૨) ૩૮૪.૬ સહસ્રગ્રામ. (૩) ૨૬૫૦૦૦૦ ઘનફુટ. (૪) ૧૩ ઘનફુટ; ૮૧$\frac{\text{૧}}{\text{૪}}$; ૮૧૨ પાઉંડ. (૫) ૨૨૬૨.૦ ઘનશતાંશમાત્ર. (૬) ૧.૦૩૬ શતાંશમાત્ર. (૭) ૬૩.૭ શ. માત્ર. (૮) $\frac{\text{પૃથ્વી}}{\text{ચંદ્ર}}$: ૪૯$\frac{\text{૩}}{\text{૧૦}}$ (૯) ૧.૩૬ લીટર. (૧૨) ૫૦૦ ચો. ફુટ; ૬૪૫.૩ ઘનફુટ. (૧૩) ૧૧૭૨૯૦ ઘનફુટ. (૧૪) ૬૪૮૦૦૦. (૧૫) ૫૯.૫૫ ઘન શ. મા. (૧૬) $\frac{\text{૨}}{\text{૩}}$.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ ચોથું.

(૧) એક ઘનફુટે ૭૦૮ શેર. (૨) ૧૧૨.૩ શ. માત્ર. (૩) દર ઘન શ. માત્રે ૦.૭૦૫૫ ગ્રામ. (૪) ૪.૫ શ. માત્ર. (૫) ૨૭ : ૧૦. (૬) ૬૮.૪૮ ગ્રામ. (૭) ૨ સહસ્રાંશ માત્ર. (૧૧) ૫૦.૮ કીલોગ્રામ; ૮.૮૨ આઉંસ. (૧૩) ૮૧.૨ ગ્રામ. (૧૫) ૧૦૧ ગ્રામ. (૧૬) ૭૭.૨ ગ્રામ.

પ્રકરણ છઠ્ઠું.

(૧) દર ચો. શ. માત્રે ૧૦૦ ગ્રામ; દર ચો. શ. માત્રે ૧૩૬૦ ગ્રામ. (૨) ૪.૨૭૩×૧૦^{૪} ગ્રામ. (૩) દર ચોરસ શ. માત્રે ૪૧૦૦ ગ્રામ; દર ચોરસ ફુટે ૩૨૦૩ શેર. (૪) ૧૩૮.૨ ફુટ. (૬) ૧૧.૫૪; ૦.૮૮. (૭) ૧.૦૬. (૮) ૦.૫; ૯૩ શેર. (૧૧) ૮૨ ઘનફુટ; ૧૦૪.૩ ઘનફુટ. (૧૪) ૩.૬૭૫ શેર, ૪૧૨૭૦ ટન. (૧૫) ૦.૫૬ ગ્રામ, દર ઘન શ. માત્રે. (૧૬) ૧૦ માત્ર. (૧૭) દર ઘન શ. માત્રે ૧૧.૨૧ ગ્રામ. (૧૮) ૫.૮૮ ઘન શ. માત્ર; ૨.૫૫. (૧૯) ૦.૩ તસુ;. (૨૦) ૭.૭. (૨૧) ૧ સહસ્રાંશ માત્ર. (૨૨) ૭૯૫ ગ્રામ. (૨૩) ૧૦૦૦૦૦૦ ગ્રામ. (૨૪) દર ઘન શ. માત્રે ૨.૩ ગ્રામ.

પ્રકરણ સાતમું.

(૧) ૩૪ ફુટ; ૧૩.૬ તસુ. (૨) ૧.૦૫૩ સહસ્રગ્રામ. (૩) દર ચો. તસુએ ૧૪.૦૧ શેર. (૪) ૩૦૬ ઘન શતાંશમાત્ર. (૫) ૧.૩૨૭ ગ્રામ. (૬) ૩૩.૧૨૪ ગ્રામ; ૧૮.૦૦૪ ગ્રામ. (૭) ૭૬ શ. મા.; ૫૬૧.૭ શ. મા. (૧૪) દર ઘન શ. માત્રે ૧.૨૭ ગ્રામ. (૧૫) ૦.૦૦૫ શ. મા. (૧૬) ૩૧૩.૮ તસુ. (૧૭) દર ચો. શ. માત્રે ૧૦૩૪ ગ્રામ.

પ્રકરણ નવમું.

(૧) ૧૦$\sqrt{૨}$ શેર; દિશા નૈઋત્ય. (૨) ૧૫૬ શેર. (૫) ૯૦°, ૧૪૩°.૧, ૧૨૬°.૯; ૭૨°, ૧૫૮°, ૧૩૦°. (૬) $\sqrt{૩}$ શેર. (૭) ૨૭૦ શેર અક=૨૭.૨ શ. માત્ર. (૮) ૫૦. (૧૧) ૪ ફુટ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

શ્રી.

આરોગ્યવિજ્ઞાન.

પ્રકરણ પહેલું.

પાણી.

પાણીની જરૂર—માણસોના જીંદગી હવા વિના થોડો વખત પણ ટકી શકે નહિ. તેમ પાણી વિના જીંદગી કદાપિ થોડી ઘણી નભી શકે પણ તે વધારે વાર તો નભી શકે નહિ. પાણી પીધા વિના થોડા કલાક કદાપિ રહી શકાય. પણ દિવસોના દિવસો સુધી તો પાણી વિના ચલાવી શકાય જ નહિ. આપણી તરસ છીપાવવાને માટે આપણને પાણી જોઇએ છે એટલું જ નહિ, પણ રસોઇમાં, નાહવા ધોવામાં, કચરાવાળી વસ્તુઓ સાફસૂફ રાખવામાં, ગંદકી સ્વચ્છ કરવામાં, હુન્નરઉદ્યોગના કારખાનામાં તથા એવાં એવાં અનેક કામોમાં પણ આપણને પાણીની તેટલી જ જરૂર હોય છે. જ્યાં પાણીની છૂટ હોતી નથી ત્યાં સ્વચ્છતા હોવાની તો આશા જ શી? આથી એવી જગ્યાએ સ્વચ્છતા ન હોય તો પછી ત્યાંનું આરોગ્ય ઘણું જ ખરાબ હોય એમાં તો કંઇ કહેવા જેવું રહેતું જ નથી. માણસના શરીરના વજનનો બે તૃતીયાંશ ભાગ પાણીનો જ છે. આ બધા ઉપરથી પાણીની અગત્ય કેટલી બધી છે તે સહેજ સમજી શકાય એમ છે.

પાણીની બનાવટ—પ્રાણવાયુ અને આર્દ્રજનક વાયુ એ બેના રસાયણી સંયોગથી પાણી બનેલું છે, એટલે શુદ્ધ રસાયણી પાણીમાં તો એ બે વાયુઓ સિવાય બીજું કંઇ પણ હોતું નથી. ૫૫ મી આકૃતિમાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

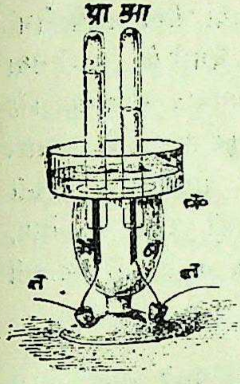
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જે ઉપકરણ બતાવ્યું છે તે સાધન વડે પાણીનું પૃથક્કરણ કરવામાં આવે છે. એ ઉપકરણના હેઠલા ભાગે ત અને ન નામના બે તારો છે. તે તારો વિદ્યુત્ પૂટાવલિ (ઇલેક્ટ્રિક બૅટરી)ના તારોની સાથે જોડી દેવામાં આવે છે. કાચના વાસણમાં ગંધકના તેજાબના મિશ્રણવાળું પાણી ભરીને તથા તેમાંની બે ઉભી નળીમાં હવાનો પરપોટો ન રહે એવી રીતે પાણી ભરીને તેમને વાસણમાં ઉંધી કરી તેમનાં મ્હો વાસણમાંના મહારજત ધાતુના પતરા ઉપર ઉતારવામાં આવે છે. એ પછી વીજળીની પૂટાવલિના તારો એ ઉપકરણની સાથે જોડતાં જ એ નળીઓમાં ઝીણા ઝીણા પરપોટા નળીને મથાળે ચઢતા દેખાય છે. થોડા વખત સુધી આ પ્રયોગ ચાલુ રાખ્યાથી એક નળીમાંનું બધું પાણી ઉતરી જઇ તેમાં વાયુ ભરાયલો હશે. બીજી નળીમાં અર્ધોઅર્ધ પાણી ને અર્ધોઅર્ધ વાયુ એ પ્રમાણે જોવામાં આવશે. એ પછી વિદ્યુત્ પૂટાવલિની સાથેનો તેનો સંબંધ તોડી નાખીને એ નળીઓમાં કયા વાયુ ભરાયા છે તે તપાસીશું તો અર્ધી ખાલી થયેલી નળીમાં પ્રાણવાયુ અને પૂરેપૂરી ખાલી નળામાં આર્દ્રવાયુ ભરાયેલા છે એમ આપણને માલૂમ પડશે. આ ઉપરથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે પાણી બે ભાગ આર્દ્રવાયુના તથા એક ભાગ પ્રાણવાયુના એ પ્રમાણ પ્રમાણે રાસાયનિક રીતે બનેલું છે. એવું પાણી બીજા બધી જાતનાં પાણી કરતાં શુદ્ધ જ હોય છે. પરંતુ એવું પાણી આપણા વપરાશમાં આવતું નથી. આપણે જે પાણી વાપરીએ છીએ અને જેને આપણે શુદ્ધ કહીએ છીએ તેવા પાણીમાં કેટલાક વાયુઓ, ક્ષાર, ખનિજ પદાર્થો તથા સૂક્ષ્મજંતુઓ રહેલા હોય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પાણીનાં મુખ્ય મુખ્ય સાધનો—નદી, દરિયો, તળાવ, અને સરોવર એ બધાનાં પાણી તાપથી તથા પવનથી સૂકાઇ જાય છે, ને તેની વરાળ આકાશમાં એકઠી થઇ તેનાં વાદળાં બંધાય છે. એ વાદળાંમાંથી ચોમાસામાં વરસાદ વરસે છે.



આકૃતિ ૫૫.

વરસાદ પાણીનું મુખ્ય સાધન છે. વરસાદ ન પડે તો દૂકાળ પડે, ઘાસ, ચારો અને દાણોદૂણી થાય નહિ, તળાવ ભરાય નહિ, કૂવાનાં ઝરણ ચાલે નહિ અને તેથી પરિણામે પાણીની તંગી જણાય, ઢોરઢાંકર, માણસ, પંખી વગેરે પ્રાણીઓ દુઃખી થાય અને આખરે ભૂખમરાથી અને પાણીની તંગીથી તેઓ મરણતોલ થાય. ચોમાસું સારૂં ઉતરે ને વરસાદ માફકસર પડે તો ઉપલાં બધાં દુઃખ પડવાનો સંભવ જ રહે નહિ. એ વરસાદનું પાણી આસવના પાણી જેવું હોય છે, અને તેથી તે કોઇ પણ જાતના મેલ વિનાનું સ્વચ્છ હોય છે. તો પણ વરસાદ હવામાં થઇને નીચે ઘરનાં છાપરાં પર તથા જમીન ઉપર પડે છે, એટલે હવામાંની ધૂળ, રજ, તથા તેમાંના વાયુ વગેરેની અશુદ્ધિ એ પાણીમાં અમુક અંશે મળી ગયેલી હોય છે. છાપરાં ઉપર તથા જમીન ઉંપર વરસાદ પડયા પછીના તેના રેલામાં છાપરાંના તથા જમીન પરના મેલ, દુર્ગંધવાળા સડી જતા સેંદ્રિય પદાર્થ વગેરેની અશુદ્ધિ મળી જાય છે, અને તેથી તે પાણી વધારે અશુદ્ધ થાય છે. તો પણ વરસાદનું અધર ઝીલેલું પાણી બીજાં બધાં પાણીના કરતાં અમુક અંશે શુદ્ધ હોય છે.

નદીનાં પાણી—પર્વત ઉપર વરસાદ પડે છે તેનો રેલો નીચાણવાળી જગ્યાએ વળી જાય છે. એ રેલની નાની મોટી નદીઓ થાય છે. કેટલીક નદી જીવતી રહે છે; એટલે કે તેના પાણીમાં બારેમાસ ઝરણ ચાલતાં જ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રહે છે ને તેનું પાણી સૂકાઇ જતું નથી. એવી જીવતી નદીનાં પાણી પ્રમાણમાં ચોકખાં હોય છે, તો પણ જે રસ્તા ઉપર થઇને તે વહેતી હોય છે તે રસ્તા ઉપરનો કચરો, તે જમીનમાંનો ખાર તથા બીજા પદાર્થો તેમાં મળી ગયેલા હોય છે. ઘણા લોકો નદીમાં ઢોરને ધમારે છે, સારાં તથા મેલાં લુગડાં ધુવે છે, નાહે છે, વાસણ માંજે છે, એઠવાડ નાંખે છે, કાંઠે ઝાડેજંગલ જાય છે અને તેથી તેઓ પાણીને અશુદ્ધ બનાવે છે. આવી અશુદ્ધિવાળું પાણી પીધાથી અનેક પ્રકારના રોગ થાય છે. જે ગામની નદીમાં ગામની તથા ઘરોની મોરીઓનાં ગંદાં પાણી વહેતાં ન હોય, નાહવા ધોવાનો તથા ઢોરને નવડાવવાનો રિવાજ ન હોય તે ગામની નદીનાં પાણી પીવા લાયક ગણી શકાય.

તળાવનાં પાણી—નાનાં મોટાં ગામડાંઓને પાદરે નાનાં મોટાં તળાવ હોય છે. એ તળાવની પાળે વખતે કૂવા પણ બાંધેલા હોય છે. ગામના લોકોને પીવાનાં તથા વાપરવાનાં પાણીનું મુખ્ય સાધન એ તળાવ હોય છે. એ તળાવમાં લોકો પોતાનાં ઢોરને નવડાવે છે, તથા ભેંસોને તરવા મૂકે છે, પોતાનાં મેલાં લૂગડાં ધુવે છે, પોતે નાહે છે અને મળમૂત્ર વગેરે અનેક પ્રકારની અશુદ્ધિથી પાણી બગાડે છે. વળી, આ પાણી બંધીઆર હોય છે, એટલે નદીનાં પાણીમાં ચાલતાં ઝરણોને લીધે તેમાં જેવો ફેરફાર થતો રહે છે તેવો તળાવના બંધીઆર પાણીમાં થતો નથી, અને તેથી તે પાણી પીવા લાયક હોતું નથી.

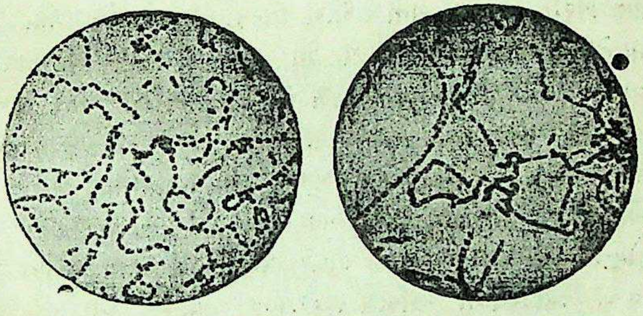
કૂવાનાં પાણી—જે કૂવા તળાવની પાળે બાંધેલા હોય છે, જેને માથે ઢાંકણું હોતું નથી, જે પાકા બાંધેલા હોતા નથી, જેની આસપાસ ફરસબંધી ચણેલી હોતી નથી, જ્યાં લોકો નાહે છે, ધુવે છે તથા એઠવાડ-વાળાં વાસણો માંજે છે, જ્યાં મેલું પાણી તથા કચરો વહી જવાને માટે નીકો બાંધેલી હોતી નથી, જે કૂવામાં પક્ષીઓ પોતાના માળા બાંધે છે તેવા કૂવાનાં પાણી બીલકુલ પીવા લાયક હોતાં નથી; કારણ કે એ બધો કચરો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તથા એ બધો ગંદવાડો તથા તેમાંથી ઉત્પન્ન થતા પોરા અને અનેક જંતુઓ પાણીમાં મરતાં હોય છે. કૂવાકૂવામાં પણ ઘણો ફેર હોય છે. કેટલીક જમીનમાં થોડે સુધી ખોદતાં જ પાણીની સેર વહેતી જણાય છે એટલે એવી જગ્યા ઉપર કૂવા બહુ ઉંડા હોતા નથી અને તેથી તે સપાટી ઉપરના કૂવા કહેવાય છે. કેટલેક ઠેકાણે બહુ ઉંડું ખોદવામાં આવે છે ત્યારે જ પાણી નીકળે છે, અને તેથી ત્યાંના કૂવા ઉંડા કહેવાય છે. સપાટી ઉપરના કૂવાના પાણીમાં જેટલી અશુદ્ધિ હોવાનો સંભવ હોય છે તેના કરતાં ઉંડા કૂવાના પાણીમાં એવી અશુદ્ધિ નહિ જેવી જ હોય છે, અને તેથી એવા ઉંડા કૂવાનું પાણી પીવા અને વાપરવા યોગ્ય કહેવાય છે.

સ્વચ્છ પાણી કયું ? પાણીમાં અનેક પ્રકારની અશુદ્ધિ રહેલી હોય



આકૃતિ ૫૯.

છે, અથવા તે રહેવાનો સંભવ છે એ આપણે જોયું એવી અશુદ્ધિ મુખ્યત્વે કરીને પાણીમાં ઓગળી ગયેલી એટલે કે પાણીની સાથે એકાકાર થઇ ગયેલી હોય છે. બીજી જાતની અશુદ્ધિ પાણીમાંથી સહેજમાં દૂર કરી શકાય એવી હોય છે. તે પાણી સાથે મળી ગયેલી હોતી નથી, પણ તેમાં અધ્ધર રહેલી હોય છે. અને ત્રીજા પ્રકરણની અશુદ્ધિ કોહાણ, જંતુ, વગેરે પ્રાણિજની છે. તેટલા માટે જે પાણીની વાસ આવતી નથી; જેનો રંગ હોતો નથી, જેમાં પદાર્થનો સ્વાદ આવતો નથી; જેમાં સેંદ્રિય સેડો,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હોતો નથી, જે ચોકખી હવાના મિશ્રણવાળું હોય છે તથા જે પાણીમાં દિવસે સૂર્યનો અને રાત્રિએ ચંદ્રનો પ્રકાશ પડતો હોય છે તે પાણી સ્વચ્છ હોય છે અને તેથી તે પીવા યોગ્ય ગણાય છે.

પાણીમાં ઓગળી ગયેલી અશુદ્ધિ. આવી અશુદ્ધિ જાતજાતની હોય છે. જેવી જાતના ક્ષારવાળી જમીનમાં થઇને પાણી વહેતું હોય છે તે જાતના ક્ષાર ઓગળી જાય એવા હોય તો તે પાણીમાં ઓગળી જાય છે, અને તેથી પાણી અશુદ્ધ થાય છે. પાણીમાં મીઠું, ગંધક, લોહના ક્ષાર, તાંબાનો કાટ, વગેરે રાસાયનિક પદાર્થો ઓગળી ગયેલા હોવાનો દરેક સંભવ છે. આવી રીતે ઓગળેલા કેટલાક ક્ષાર આપણું આરોગ્ય બગાડનાર છે, તેમ કેટલાક ક્ષારો પાણી સાથે પેટમાં ગયાથી આપણી તનદુરસ્તી સુધરે છે પણ ખરી. જંગલનાં રાની પાણીમાં વનસ્પતિનો સડો ઓગળેલો હોય છે, અને તેથી તેવાં પાણી પીધાથી પેટ મોટાં ગાગર જેવાં થાય છે. આવી અશુદ્ધિવાળાં પાણી પીધાથી વાળા નીકળે છે. ચામડીનાં દરદો અને કોગળીઉં, ઝાડો વગેરે બીજાં દરદો પણ થાય છે. પાણીમાં મચ્છરો પાકે છે, તેઓ તેમાં પોતાનાં ઈંડાં મૂકે છે, એટલે તેવું પાણી પીધાથી આપણે રોગી થઇએ છીએ. શીતજ્વર અથવા મલેરિયા નામના તાવનું કારણ મચ્છર જ ગણાય છે. આંત્રજ્વર (એન્ટેરિક ફીવર) પણ એવી જાતના પાણીને લીધે જ આવે છે એવો વૈદ્યોનો અભિપ્રાય છે.

પાણીમાં ઓગળ્યા વિનાની અશુદ્ધિ કાદવકચરાની હોય છે. એવું મેલું પાણી થોડી વાર ઠરવા દેવામાં આવે તો એ બધો કચરો તળીએ બેસી જાય છે, ને તેથી તેની ઉપરનું પાણી કાચ જેવું નીતર્યું થઇ રહે છે. એવા મેલા પાણીમાં ફટકડી ફેરવી હોય તો એ કચરો ઝટ નીચે બેસી જાય છે, પણ ફટકડીને લીધે પાણીનો સ્વાદ તેટલો ફરમો લાગે છે.

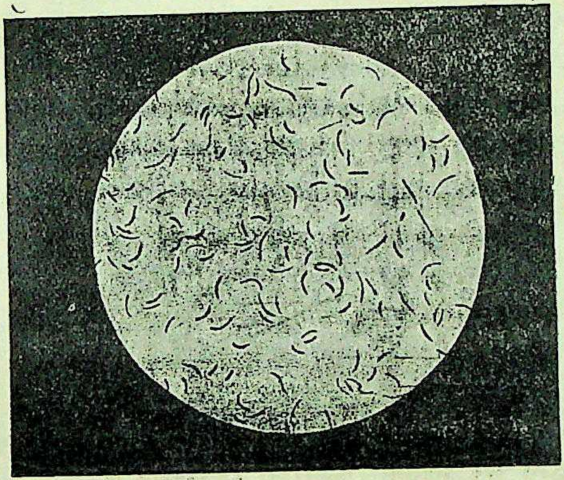
પાણીની અશુદ્ધિ દૂર કરવાની એટલે કે પાણીને સ્વચ્છ કરવાની રીતો—આપણે ત્યાં પાણીને ગળણે ગાળીને પીવાનો રિવાજ ઘણો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રાચીન કાળથી ચાલ્યો આવેલો છે. મનુ ભગવાને પણ પાણી ગાળીને પીવાની આજ્ઞા કરી છે. કપડાના ગળણા વતી પાણી ગાળ્યાથી તેમાંનો કાદવ, રેતી વગેરે જેવો અગળાઉ કચરો કપડા ઉપર ઠરી રહે છે અને પાણી તેવા મેલથી શુદ્ધ થઇ વાસણમાં પડે છે. પાણી ગાળવાનો આ એક રીત છે. પણ એવી રીતે પાણી ગાળતાં કપડું ખાદી જેવું જાડું હોવું જોઇએ, તથા તે ગળણું રોજ ને રોજ ધોઇ સાફ રાખવું જોઇએ; નહિ તો તે સડવા માંડશે તથા સડાની અશુદ્ધિના જંતુઓ પાણીને બગાડશે. પાણીમાં મળી ગયેલા ક્ષારના તથા સેંદ્રિય પદાર્થોની અશુદ્ધિ પાણીને એવી રીતે ગળણે ગાળ્યાથી દૂર કરી શકાતી નથી, એટલે તેવી અશુદ્ધિ દૂર કરવાને માટે તો આપણે બીજી રીત વાપરવી પડે છે.

ગળણાનું કામ કરે એવાં માટીનાં તથા પત્થરનાં બનાવેલાં વાસણો



આકૃતિ ૫૭

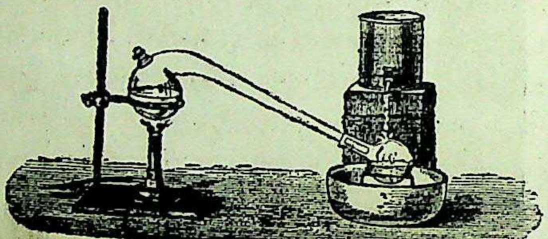
તૈયાર મળે છે. એવાં વાસણને 'ફિલ્ટર' કહે છે. એમાં એવી ગોઠવણ રાખવામાં આવેલી હોય છે કે, બહારના ઓપ ચઢાવેલા વાસણની અંદર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છિદ્રાળુ માટીનાં વાસણ હોય છે ને તેમાં પાણી ભરાય છે. એમાંથી પાણી ઝરીને બહારના વાસણમાં પડે છે એટલે તે કચરા વિનાનું શુદ્ધ હોય છે. તો પણ એવી રીતે ગળાયેલા પાણીમાં ઓગળી ગયેલી અશુદ્ધિ તો રહેતી જ હોય છે. પાણી ગળાય તે માટે પત્થરની બરણીઓ પણ બનાવવામાં આવે છે. તેને પાણીથી ભરેલા ગોળામાં મૂકયાથી પાણી ઝરપી ઝરપીને બરણીમાં ભરાય છે, એટલે એ પાણી કાચ જેવું નીતર્યું અને સ્વચ્છ હોય છે. એ ઉપરાંત આપણે ત્યાં પાણી ગાળવાની બીજી રીત પણ વપરાય છે. ઉપર નીચે બે અથવા ત્રણ ગોળા રહી શકે એવી લાકડાની ઘોડી બનાવવામાં આવે છે. ઘોડીના ઉપલા ગોળાની તળિયે ઝીણું કાણું પાડી તેમાં કપડાંની ચીંધરડી અથવા વાદળી ભેરવવામાં આવે છે. એ પછી એ ગોળામાં રેતી, કોયલા, રાખ વગેરે પાણીને શુદ્ધ કરે એવા પદાર્થો ભરીને પાણી ભરવામાં આવે છે. એ ઉપલા ગોળાની નીચે બીજી ગોળી રાખી તેના ઉપર ગળણું ઢાંકવામાં આવે છે, તેથી ઉપલા ગોળામાંનું પાણી ટપકીને નીચલા ગોળામાં પડે છે. એ પાણી ઘણું શુદ્ધ હોય છે; કારણ કે કોયલા અને રેતી જેવા પદાર્થો પાણીની અશુદ્ધિ ચૂસી લે છે, અને તેને શુદ્ધ બનાવે છે. આવી રીતે પાણી ગાળીને વાપરવું ઘણું સારૂં છે.

પાણીની સાધારણ અશુદ્ધિ આવી રીતે પાણી ગાળ્યાથી દૂર થઇ શકે છે,



આકૃતિ ૫૮

પરંતુ પાણીમાંની જંતુ જેવી તથા ક્ષારવાળી અશુદ્ધિ દૂર કરવાને માટે તેને ઉકાળવું જ પડે છે. પાણીને ઉકાળ્યાથી જીવજંતુઓ મરી જાય છે, અને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

માંનો કચરો નીચે બેસી જાય છે. પાણીને ઉકાળીને ટાઢું પાડયા પછી તેને ળીને પીવાથી વિશુચિકા અથવા કોગળીઉં, મરડો, આંત્રજ્વર, અતિસાર જેવાં દરદો જે ખરાબ પાણીને લીધે જ થતાં હોય છે તે થતાં નથી. ગામમાં આવા રોગ ફાટી નીકળ્યા હોય છે અને મરણ પ્રમાણ વધી પડે છે ત્યારે સુધરાઇ ખાતાવાળા પીવાના તથા વાપરવાના પાણીના ગામના કૂવાઓમાં ભસ્મીય પ્રચોંબકિત અથવા 'પોટૅશિયમ પરમૅંગેનેટ' નામની ઝેરી દવા નાખે છે. એ દવાથી પાણી લાલ થાય છે, પણ તેના ઝેરથી પાણી-માંના જંતુઓ મરી જાય છે. એવી દવાવાળું પાણી વાપર્યાથી રોગ ફેલાતો અટકે છે. ગામમાં એવા રોગ ચાલતા હોય ત્યારે ઘરની ગોળીમાં એ દવા નાંખી, એ પાણીને એક રાત ઠરવા દઇ બીજે દિવસે તે વપરાશમાં લેવું જોઇએ.

પાણી ઉકળ્યાથી તેમાં મળી ગયેલી હવા ઉડી જાય છે, અને તેથી એવું ઉકાળેલું પાણી સ્વાદ વિનાનું લાગતું હોઇ ઘણાને ભાવતું નથી. પણ એવા પાણીને થોડી વાર સુધી હવામાં ખુલ્લું રાખ્યાથી તેમાં હવા પાછી મળી જતી હોવાને લીધે તે બદસ્વાદ લાગતું નથી. કેટલાક લોકો પાણીની અંદર લાલચોળ તપાવેલી ઇંટ અથવા લોખંડની વસ્તુ નાંખે છે અને એવી રીતે પાણી ઝમાવી વાપરે છે. આવા પાણીને ઝમાવેલું પાણી કહે છે.

પાણીમાં ઓગળી ગએલા ક્ષાર દૂર કરવાને માટે તો તેને ઉકાળવુંજ પડે છે. પાણી ઉકળે એટલે તેમાંથી જે વરાળ નીકળે તે વરાળ બીજા વાસ-ણમાં એકઠી કરી તેને ઠંડી પાડી પાણી બનાવ્યાથી એ તદ્દન શુદ્ધ હોય છે. આવી રીતે વરાળનું પાણી બનાવવાની ક્રિયાને આસવની અથવા ઉદ્ગ-લનની ક્રિયા કહે છે. દરિયા ઉપર પીવાનાં પાણી એવી જ રીતે દરિયાના પાણીમાંથી બનાવવામાં આવે છે. એ પાણી ઘણું શુદ્ધ હોય છે, ને તેથી સ્વાદ વિનાનું, રંગ વિનાનું તથા ગંધ વિનાનું હોય છે. (આકૃતિ ૫૮.)

આ ઉપરાંત રાસાયનિક રીતે પણ પાણી શુદ્ધ થઇ શકે છે. આપણે ઉપર વાંચ્યું કે કોગળીઆનો રોગ ચાલતો હોય છે ત્યારે કૂવામાં ભસ્મીય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રચૌંબક્તિ નામની દવા નાંખી પાણી શુદ્ધ કરવામાં આવે છે. એ રીત રાસાયનિક છે. પણ એ સિવાય પાણીમાં ચૂનો નાંખ્યાથી પણ તેને શુદ્ધ કરી શકાય છે. પાણીમાંના ક્ષારની સાથે ચૂનાનો રસાયણી સંયેાગ થાય છે, અને તેથી બીજી જાતના ક્ષાર બને છે ને તે વાસણમાં તળિયે ઠરીને બેસી જાય છે, અને તેથી પાણી શુદ્ધ થાય છે. પાણીમાં ફટકડી નાંખ્યાથી કચરો નીચે બેસી જાય છે એટલું જ નહિ, પણ તેનાથી પાણીમાંના જંતુઓ મરી જાય છે અથવા તો તે જંતુઓ વધવા પામતા નથી એવું માનવામાં આવે છે. કોગળીઆનો રોગ ચાલતો હોય ત્યારે તળાવનાં પાણીમાં સાેધેયનો ઉપહરિતાયિત (કૅલ્શિયમ હાઇપોક્લોરાઇટ) નામની દવા નાખવાની દાક્તરો શિલામણ કરે છે. એ દવા એક હજાર ઘનફુટ પાણીમાં બશેર જેટલી નાખવી.

કોગળીઉં, મરડો, અતિસાર, આંત્રજ્વર, વાળો, હાથીપગા જેવા રોગો પાણીની અશુદ્ધિને લીધે જ થતા હોય છે એવું સિદ્ધ થયું છે, ત્યારે ગામની તંદુરસ્તીને તથા સુખાકારીને માટે લોકોને શુદ્ધ પાણી મળે એવી ગોઠવણ કરવાની શહેર સુધરાઇ ખાતાની ફરજ છે, ને તેથી જ મોટાં મોટાં શહેરોમાં તથા ગામોમાં નળથી પાણી પૂરૂં પાડવાની ગોઠવણ કરવામાં આવે છે. એ માટે શહેરથી ઘણે દૂર મોટાં તળાવ અથવા નદીના પટમાં વચ્ચે મોટા કૂવા બાંધીને તેમાનું પાણી રેતી, મરડીઆ પત્થર, કોલસા વગેરે પાણીને શુદ્ધ કરનારા પદાર્થો વતી ગાળીને શહેરને પૂરૂં પાડવામાં આવે છે. એવી રીતે પાણી પૂરૂં પાડયાથી શહેરનું આરોગ્ય સચવાય છે, પણ શહેરમાં મરણ પ્રમાણ વધી પડે છે તથા મરકી અથવા રોગચાળો ચાલે છે ત્યારે પાણી સ્વચ્છ પૂરૂં પાડવાની જોખમદારી શહેર સુધરાઇ ખાતાની છે, ને તેથી જ તેઓ પાણી શુદ્ધ રાખવાના દરેક ઇલાજ લેતા હોય છે. કૂવામાં નળી ઉતારી બંબાવતી પાણી ચઢાવ્યાથી પાણી ચોકખું મળી શકે છે. એ બંબાનો ખર્ચ પણ બહુ પડતો નથી. બંબાનો હાથો હલાવ્યાથી પાણી ઉપર ચઢે છે, અને તેથી મહેનત પણ ઓછી પડે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકરણ બીજું.

આરામ અને કસરત.

ઉંઘ કેવી અજાયબ વસ્તુ છે તેનો તમને કદી વિચાર આવ્યો છે? આપણું ઘર નવેસરથી બંધાતું હોય અથવા આપણા ઘરની પડી ગયેલી દિવાલ કદી ચણાતી હોય ત્યારે આપણે બીજે ઠેકાણે જઇને રહેવું પડે છે, કારણ કે, આપણા ઘરમાં તથા રસોડામાં કડીઆ મજુરોની આવજા આપણને પોષાતી નથી. એથી આપણને હરેક પ્રકારની અડચણ વેઠવી પડે છે. આપણું શરીર પણ એક પ્રકારનું ઘર અથવા રહેવાનું મકાન જ છે. જેમ મકાનની વખતોવખત મરામત કરવી પડે છે તેમ આપણા શરીરની પણ મરામત વારંવાર કરવી પડે છે. દહાડે લોકો રમતાફરતા, વાતો તથા ગમ્મત કરતા, અભ્યાસ કરતા, અથવા કામધંધે વળગેલા હોય છે. આ બધાને લીધે શરીરના સ્નાયુઓ થાકે છે એટલું જ નહિ, પણ નાડીઓને કે જ્ઞાનતંતુઓને પણ ઘણો શ્રમ પડે છે. કારણ કે, એ નાડીઓ તારના દોરડાં જેવી હોય છે, અને તેથી સ્નાયુઓએ શું કરવું તેના સંદેશા આખો દિવસ તેમને મગજમાંથી લાવવા પડતા ાય છે. આ પ્રમાણે કલાકોના કલાકો સુધી મગજે અને સ્નાયુઓએ કામ કર્યા પછી તેઓ થાકી જાય છે, અને તેથી તે થાક ઉતરી જવાને તથા પાછા કામ કરવાને સશકત થવાને માટે તેમને આરામની જરૂર હોય છે. જ્યાં સુધી મગજ ચાલ્યાં કરતું હોય અને શરીરના સ્નાયુઓ કામ કર્યાં કરતા હોય ત્યાં સુધી તેમનો થાક ઉતરી જતો નથી અને તેથી તેઓ મજબૂત થઇ શકતા નથી; ઘણીવાર સુધી દોડયાં કર્યાથી મગજ અને શરીર બન્ને થાકી જાય છે; અને તેથી વધારે વાર ભણવાની અથવા રમવાની ઇચ્છા રહેતી નથી. બાળકો આખો દિવસ દોડાદોડ કરે છે પણ સાંજ પડે એટલે થાકને લીધે તેમને સૂઇ જવાનું મન થાય છે, એટલું જ નહિ, પણ તેઓ ઉંઘી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પણ જાય છે. આ ઉંઘ દરમ્યાન કુદરત પોતાનું મરામતનું કામ કરતું હોય છે એટલે સવાર પડતાં શરીર પાછું તાજુંમાજું, અને કામ કરવાને ઉત્સુક અને સશકત બની રહે છે, એથી જ બીજે દિવસે એટલી જ હોંસથી બાળકો ઉદ્યમે વળગે છે, રમે છે, દોડે છે, અને સાંજ પડતાં થાક લાગ્યાથી પાછાં ઉંઘી જાય છે.

આપણું ઘર ચણાતું હોય ત્યારે તેને ઝડપથી ચણી નાખવાને આપણે કડીયાને હુકમ કરીએ તો તેથી કેવું પરિણામ આવે ? એથી કામ બધું બગડે. તે જ પ્રમાણે આપણે મોડી રાત સુધી જાગતા રહીએ ને શરીરને જોઇતી પૂરેપૂરી ઉંઘ લઇએ નહિ તો પછી આપણો થાક ઉતારી નાખી આપણને સશકત બનાવવા જેટલો મરામતનો વખત કુદરતને મળતો નથી, અને તેથી ઉંઘ પૂરેપૂરી લેવાઇ ન હોય તો બીજે દિવસે આપણા શરીરમાં સુસ્તી જણાય છે, આપણને બગાસાં આવે છે, આપણો વાંસો ભાંગે છે, આપણું માથું દુઃખે છે, મગજ ભારે ભારે લાગે છે અને આપણને ઝોકાં આવી સૂઇ જવાનું મન પણ થાય છે અને તેથી આપણું બધું કામ બગડે છે.

ઉજાગરો ઘણા દિવસ સુધી લાગલાગટ કરવામાં આવે તો આપણું શરીર લોહી વિનાનું ફીક્કું દેખાય છે. ખોરાક પચતો નથી અને શરીર ઘણું નબળું રહે છે. નાટકનાં પાત્રોનાં શરીર કેવાં દૂબળાં તથા નિસ્તેજ હોય છે ? તેનું કારણ પણ રોજનો ઉજાગરો જ છે. ઘણા દિવસ સુધી ઉંઘ ન આવે તો માણસ ગાંડો થઇ જાય અને તેનું મોત પણ નીપજે. એટલા માટે ઉંઘ તો શરીરને ટકાવી રાખવાનું ઘણું અગત્યનું અંગ છે. એનાથી જ શરીરના ઘસારાનો પુરવટો થાય છે. કૂવામાંથી આખો દિવસ પાણી ખેંચાવાથી તેનું તળિયું આવે છે. પણ રાત આડી ગયા પછી બીજે દિવસે સવારે તે કૂવામાં આગલે દિવસે જેટલું પાણી હતું તેટલું જ પાણી પાછું ભરાઇ રહે છે. પણ રાત ને દિવસ કૂવામાંથી પાણી ખેંચવામાં આવે તો પછી કૂવો ખાલી થઇ જાય છે અને તેને પાછો ભરાવાનો વખત

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જ ન મળે. આપણા શરીરની સ્થિતિ પણ કંઇક એના જેવી જ છે. આખો દિવસ માનસિક અને શારીરિક કામ કર્યાથી જે ઘસારો લાગે છે તેનો પૂરવટો થવાને માટે આરામની તેટલી જ જરૂર છે.

ઉંઘ કેટલી લેવી ? ઉંઘ વધારી વધે છે અને ઘટાડી ઘટે છે. શરીરને જોઇએ તેના કરતાં વધારે વખત ઉંઘ્યાં કર્યાથી શરીર ઉદ્યમી અને ઉત્સાહી થવાને બદલે સુસ્ત અને એદી થાય છે. તેટલા માટે ઉંઘ વયના પ્રમાણમાં જ લેવાવી જોઇએ. મહેનતુ માણસોને બેઠાળુ માણસો કરતાં વધારે ઉંઘ જોઇએ છે. તેમજ નાનાં બાળકોની ઉંઘ પણ ઘણા કલાકની હોય છે, કારણ કે એવાં બાળકોને કદાવર, મજબૂત અને સશક્ત થવાને માટે તેમનાં સ્નાયુ, હાડકાં, નાડી, મગજ, વગેરેનું બંધારણ બંધાવું જોઇએ જ. નાનાં બાળકોની ઉંઘ લગભગ ૧૭ કે ૧૮ કલાકની હોય છે. બાળક પંદર સોળ વર્ષનું થાય છે, ત્યારે તેની ઉંઘ નવ કે દસ કલાકની હોય છે.પુખ્ત વયના જુવાન માણસોની ઉંઘ આઠ કલાકથી વધારે હોવી જોઇએ નહિ, તેમ તેથી ઓછી હોવી જોઇએ નહિ. રાત્રે વહેલા સૂઇ સવારમાં વહેલા ઉઠયાથી શરીર ઘણું સારૂં અને કામકાજ કરવાને ઉત્સુક રહે છે. સવારના પહોરમાં વહેલા ઉઠી વાંચ્યાથી તરત યાદ રહી જાય છે. દિવસે ઉંઘવાની ટેવ ઘણી ખરાબ છે. ખાસ કારણ હોય તો તથા મંદવાડમાં આરામ લેવાની જરૂર હોય તો જ દિવસે ઉંઘવું.

ઉંઘવા જતાં પાળવાના કેટલાએક નિયમોઃ—પ્રત્યેક ચાલતી અથવા કામ કરતી વસ્તુને થોડીવારનો આરામ તો જોઇએ છે જ. ઘડિયાળના ટક, ટક અવાજમાં પણ દરેક પળે સહેજ પણ રોકાણ થતી જણાય છે. આપણા હૃદયના ધબકારા વચ્ચે પણ થોડી પળની રોકાણ હોય છે. ઉંઘ દરમ્યાન જેવો આરામ મળે છે તેવો આરામ બીજા કશાથી મળી શકતો નથી. ઉંઘથી આપણું શરીર મજબૂત અને સશક્ત બનાવવું હોય તો ઉંઘવા જતા પહેલાં કેટલાક નિયમો આપણે પાળવા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જોઇએ. એ નિયમો એવા છે કે, સૂતા પહેલાં આપણે આપણાં દિવસે પહેરવાનાં કપડાં ઉતારી નાખી રાત્રે પહેરવાનાં ઢીલાં કપડાં પહેરવાં જોઇએ. (૨) રાતે વાળુ કર્યા પછી એક કલાક વીત્યા પહેલાં કદાપિ ઉંઘવું નહિ. (૩) ઉંઘતી વખતે અંધારૂં કરવું જોઇએ તથા કલકલાણ નહિ હોતાં બધું શાંત હોવું જોઇએ. આંખ ઉપર દીવાનું તેજ આવતું હશે અથવા ઘોંઘાટ કે કલકલાણ હશે તો આપણને ઘસઘસાટ ઉંઘ આવશે નહિ. (૪) ઉંઘ દરમ્યાન આપણા શરીરની મરામત થતી હોય છે એ આપણે જાણીએ છીએ, તેથી આપણે ઉંઘતા હોઇએ તે વખતે આપણા શ્વાસને માટે ચોકખી હવાની આવજા એ ઓરડામાં થતી હોવી જોઇએ. કેટલાક લોકો એમ ધારે છે કે ઉંઘતા હોઇએ ત્યારે બારીબારણાં બંધ રાખવામાં કોઇ પણ જાતની અડચણ નથી. પરંતુ એ તેમની મોટી ભૂલ છે. કારણ કે આપણે જાગતા હોઇએ ત્યારે ચોકખી હવાની આપણને જેટલી જરૂર હોય છે તેના કરતાં આપણે ઉંઘતા હોઇએ છીએ ત્યારે તેવી ચોકખી હવાની આપણને વધારે જરૂર હોય છે. જે જગ્યાની હવા તાજી અને સ્વચ્છ હોવાને બદલે ખરાબ હોય ત્યાં સૂવાથી આપણું શરીર મજબૂત થતું નથી.

ઉંઘવા સંબંધે પાળવા લાયક ઉપયોગી સૂચના:—બની શકે ત્યાં સુધી ખાટલા પર સૂવાની ટેવ રાખ્યાથી જીવજંતુ કરડવાનો ભય હોતો નથી. (૨) બની શકે તો ખાટલા ઉપર મચ્છરદાની હોવી જોઇએ, કારણ એથી મચ્છર કરડતા નથી. મચ્છરની કરડને લીધે શરીરે ઢીમાં થાય છે અને વખતે તાવ પણ આવે છે. (૩) ખાટલો, ગાદલાં, ગોદડાં વગેરે તડકે નાખવાં અને સ્વચ્છ રાખવાં. (૪) મ્હોંએ માથે ઓઢીને સૂવાની ટેવ ઘણી ખરાબ છે, કારણ એવી રીતે સૂવાથી ચોકખી હવાનો શ્વાસ લઇ શકાતો નથી, એટલુંજ નહિ પણ ઉચ્છ્વાસ વખતે નીકળતી ઝેરી હવા જ શ્વાસમાં જતી હોય છે, ને તેથી શરીરને નુકસાન થાય છે. (૫) ભેજ-વાળી જમીન ઉપર કદી સૂવું નહિ. (૬) ઓરડાની બારીઓ હવાની આવજાને માટે ઉઘાડી રાખવી તથા વાજાળિયાં બંધ કરવાં નહિ. (૭)

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

માથા ઉપરની બારીઓ બંધ કરવી; કારણ માથે પવન લાગ્યાથી શરદી થવાનો સંભવ રહે છે. (૮) સૂવાના ઓરડામાં ઘણો સામાન તથા ઘણું રાચરચીલું હોવાં જોઇએ નહિ, કારણ એવે સ્થળે ખરાબ હવા ભરાઇ રહેવાનો સંભવ છે. (૯) સૂવાનો ઓરડો વાળેલો ઝાડેલો હોવો જોઇએ.

ઉંઘ નહિ આવવાનાં કારણો:-(૧) ખરાબ હવાનો શ્વાસ લેવાથી, (૨) અપચાથી, (૩) કસરત નહિ કરવાથી અથવા તે વધારે પડતી અથવા હદ ઉપરાંત કરવાથી, (૪) માનસિક શ્રમથી; (૫) ચિંતા અને ભયથી, (૬) શરીર અસ્વસ્થ હોવાથી, (૭) મગજમાં ઘોડા દોડવાથી, (૮) ચા, કાફી, તમાકુ વગેરેના ખાણાપીણાથી ઉંઘ આવતી નથી. આ ઉપરાંત ખાઇને સૂઇ જવાથી રાત્રિએ ખરાબ સ્વપ્નાં આવે છે.

ઉંઘ સિવાય બીજી જાતનો આરામ:—ઉંઘ પોતે એક પ્રકારનો આરામ છે. તેમ તે સિવાય બીજી રીતે પણ શરીરને આરામ મળી શકે છે. મગજ થાકી ગયું હોય અને કંટાળી ગયું હોય ત્યારે બીજી દિશાએ તેને વાળ્યાથી તથા બીજી બાબતમાં ચિત્ત પરોવ્યાથી તેને આરામ મળે છે. આખો દિવસ ભણી મગજ થાકી ગયા પછી સાંજરે રમતગમતમાં ભાગ લીધાથી, ફરવા ગયાથી, કસરત કર્યાથી મગજ પાછું તાજું થાય છે. અંગકસરત પણ એક પ્રકારનો આરામ જ છે. કંઇ પણ કામકાજ કર્યા વિના સુસ્ત પડી રહેવું એવો આરામનો અર્થ હોતો નથી. કસરત કર્યાથી થાક ઉતરી જતો હોય, મગજ બીજી બાબતમાં ગુંથાતું હોય, અને મનને આનંદ મળતો હોય તો કસરત પણ એક પ્રકારનો આરામ જ છે.

કસરત અને તેના લાભ:—ઘણા દિવસ સુધી એકની એક જ જગ્યાએ આપણે બેસી જ રહીએ તો ત્યાંથી ઉભા થવાની તાકાત આપણામાં રહેશે નહિ, કારણ આપણા સ્નાયુઓ હાલ્યા ચાલ્યા વિનાના રહેલા હોવાને લીધે તેમને તેટલી કસરત મળેલી હોતી નથી, અને તેથી તેમનામાંથી હાલવા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ચાલવાની શકિત જ જતી રહેલી હોય છે. હાથ ઉંચો રાખી ફરનાર સાધુ-એા પોતાનો હાથ થોડા દહાડા પછી નીચા વાળી શકતા નથી, કારણ તેમના સ્નાયુએા ગંઠાઇ ગયેલા હોય છે. એ જ પ્રમાણે શરીરના જે ભાગોને જોઇતી કસરત મળ્યાં ન કરે તો તે ભાગો જૂઠા પડી જાય છે અને નાકૈાવત થાય છે. શરીર કસ્યાથી મજબૂત થાય છે. હાડકાં કસાઇ મજબૂત થાય તેમ આપણામાં મોટાં મોટાં કામ કરવાની હિમ્મત આવે છે. કસરત થયાથી ખાધેલું પચી જાય છે, શરીરમાંથી પરસેવો વળી રેલા બહાર નીકળી જાય છે, શ્વાસોચ્છ્વાસ વધારે ચાલવાને લીધે એટલી તાજી હવા આપણને વધારે મળે છે અને તેથી લોહી શુદ્ધ થાય છે; વળી, અવયવો થાકી જવાને લીધે શરીરને જોઇતો ખોરાક પૂરો પાડવાને માટે લોહી વધારે જોરથી વહે છે, ભૂખ લાગે છે, અને શરીર હલકું ફૂલ જેવું થઇ રહે છે. કસરત નહિ કરવાથી આપણી સ્થિતિ પરાધીન થાય છે;આપણે બીજાના ઉપર આધાર રાખીને રહેવું પડે છે, અને આપણે માંદા પડી ખાટલાવશ થવું પડે છે. આવી પરાધીન સ્થિતિ ભોગવવા કરતાં આપણે પોતે કસરત કરી આપણું શરીર આરોગ્ય રાખવાને માટે કાળજી રાખીએ તો કેવું સારૂં ? એ જ આપણો ધર્મ છે.

કેવી જાતની કસરત કરવી ? કસરતના પ્રકાર જાતજાતના છે. એટલે જે કસરતથી આપણા શરીરનાં બધાં અવયવો કસાય એવી કસરત કર્યાથી તે બધાં મજબૂત થાય છે. નિશાળમાંની કસરતશાળામાં તેમ જ અખાડામાં કુસ્તી કરવાની, મલખમે ચઢવાની, મગદળ ફેરવવાની, દંડ પીલવાની, બનેટી ફેરવવાની વગેરે કસરતો શરીર કસવાની હોય છે. એવી કસરતથી પહેલવાન જેવા થવાય છે. કેટલાક લોકો ‘ ક્રિકેટ’, ‘ફુટબૉલ’ , ‘બૅડમિંગ્ટન’, ‘ટેનિસ’ વગેરે રમતો રમે છે. ભણવામાં મગજ ગુથાયલું હોવાને લીધે તે થાકી ગયું હોય છે. એ દરમ્યાન સ્નાયુએાને કંઇ પણ કસરત મળતી નથી, એટલે રમત રમતી વખતે દોડવાથી તથા કસરત કરતી વખતે શરીરનાં અંગોને કસરત મળવાથી શ્વાસોચ્છ્વાસ જોરથી અને ઝડપથી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ચાલે છે, લોહી વધારે ઝડપથી વહે છે, પરસેવો છૂટે છે અને તેથી મગજનો થાક ઉતરી જાય છે. અલબત્ત સારૂં અને બળવાન લોહી સારા અને પૌ-ષ્ટિક ખોરાક વિના, તાજી હવા વિના અને ચોકખા પાણી વિના થતું નથી. કદાપિ એ બધાં સાધનો હોય પણ કસરત કરવામાં આવતી ન હોય તો તે બધાં સાધનો કંઇ કામનાં હોતાં નથી. ઘોડે બેસવાથી તથા તરવાથી પણ કસરત મળતી હોય છે. આ જાતજાતની કસરતો કરતી વખતે આપણું ચિત્ત તેમાં પરોવાય નહિ તો તેથી આપણા સ્નાયુઓ વધતા નથી. દાખલા તરીકે ટપાલી ઘણા ગાઉ ચાલતો હોય છે પણ તેના પગના સ્નાયુઓ વધેલા હોતા નથી. તેટલા માટે પ્રત્યેક અઘરૂં કામ કરતી વખતે આપણું મન તેમાં પરોવી કર્યાથી સ્નાયુઓ તેટલા મજબૂત થાય છે.

પ્રકરણ ત્રીજું.

ઘરનું આરોગ્ય.

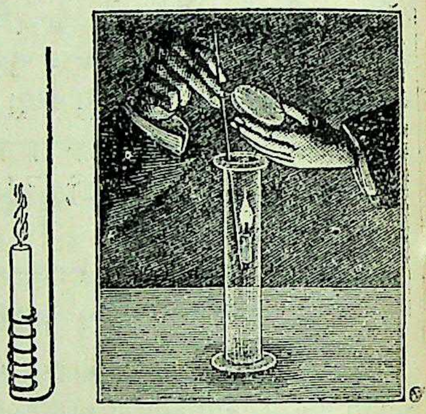
સ્વચ્છ હવા:—દરેક પળે આપણને હવા જોઇતી હોય છે. એ હવા ચોકખી હોય તો તેથી આપણા શરીરને ફાયદો થાય છે ને અશુદ્ધ હોય તો તેટલું આપણને નુકસાન થાય છે. જ્યાં જ્યાં દીવેદેવતા બળતાં હોય છે, જ્યાં જ્યાં માણસોની તથા જાનવરોની વસ્તી હોય છે ત્યાં ત્યાં દીવેદેવ-તાના બળવાથી તથા માણસોના અને પ્રાણીઓના શ્વાસોશ્વાસથી હવા બગડતી હોય છે. કારણ કે ઓરડામાંના ચોકખી હવા તે લઇ લેતાં હોય છે અને તેને સ્થાને ઝેરી હવાનો જમાવ તેમાં થતો હોય છે. વળી બળતણ-માંથી ધુમાડો પણ ઓરડામાં ભરાતો હોય છે. ઓરડામાં જોઇએ તેટલાં બારી બારણાં, વાજાળીઆં અને ધુમાડીઆં ન હોય તો પછી ઓરડામાં ઘેરાઇ રહેલો ધુમાડો આપણા શ્વાસમાં આવે છે. છાણાં બાળવાથી ઘર ધુમાડાથી ભરાઇ જાય છે અને તેમાં હરવાફરવાથી આપણી આંખો બળે છે, આંખમાંથી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પાણી વહે છે અને છાતીએ ગભરામણ થાય છે. એવા જ નહિ દેખાતા ધૂમાડા જેવો ધૂમાડો આપણા શરીરમાંથી ઉચ્છ્વાસ દરમ્યાન નીકળે છે, એટલે તેને લીધે પણ આપણી છાતીમાં એવી જ ગભરામણ થાય છે.

આપણું શરીર એક પ્રકારના અગ્નિ જેવું છે એમ કહેવું જરા હાસ્ય-જનક લાગે છે, પણ તે એ જ પ્રમાણે હોય છે. આગગાડીને એંજીનગાડી ખેંચી શકે તે માટે તેમાં કોલસા તથા પાણી વારંવાર ભરવામાં આવે છે. તે જ પ્રમાણે આપણું શરીર બરાબર કામ આપે તે માટે આપણે ખોરાક ખાઇએ છીએ તથા પાણી પીએ છીએ. સગડી-માંનો દેવતા કજળાઇ ગયો હોય અથવા બરાબર સળગતો ન હોય તો તે ધગધગે તે માટે આપણે કાં તો પંખો નાખી છીએ, ભુંગળીએ ફુંકીએ છીએ અથવા પવન આવે એવી જગ્યાએ સગડી રાખીએ છીએ. આથી તેને પવન અથવા તાજી હવા મળે છે એટલે તે ધગધગે છે. એ જ પ્રમાણે આપણે પણ આરોગ્ય અને તેજસ્વી રહેવું હોય તો આપણને પણ તાજી હવાની તેટલી જ જરૂર છે. બંધ કરેલા ઓરડામાં ઘણા વખતસુધી ઘણાં માણસો રહ્યા પછી તે ઓરડામાંની હવા ચોકખી રહેતી નથી અને તેથી અશુદ્ધ થયેલી હવાનો જ શ્વાસ તેમને લેવો પડે છે. એવા બંધ ઓરડામાં રાતે સૂવાથી સવારે જાગતાં આપણે થાકી ગયેલા છીએ એવું આપણને લાગે છે, અને તેથી આપણને પથારીમાંથી ઉઠી ઉભા થવાનું મન પણ થતું નથી. હવાની છૂટ વિનાના બંધ ઓરડામાં સૂવાને લીધે જ એવું પરિણામ આવે છે. આખી રાત



આકૃતિ ૫૯.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ચોકખી અને છૂટ હવા મળ્યાં કરે એવા ઓરડામાં સૂવાથી સવાર પડતાં આપણો થાક ઉતરી ગયેલો હોય છે, એટલું જ નહિ પણ આપણે તાજામાજા, આનંદી અને કામધંધે વળગવાને હોંસીલા બનીએ છીએ. સળગતા અંગારા ઉપર ઢાંકણુ ઢાંકયાથી તે હોલવાઇ જાય છે એ આપણે જાણીએ છીએ. તે જ પ્રમાણે મ્હોડું અને નાક ઢાંકીને સૂવાથી માણસો ગુંગળાઇ જાય છે અને વખતે મરી પણ જાય છે.

હિંદુસ્તાનમાં ટાઢની ઋતુ સિવાય બહાર ઓટલા ઉપર અથવા રવેશમાં ન સૂવાય એવી સખ્ત ટાઢ પડતી નથી. ઘણા લોકો તો ખુલ્લામાં એ પ્રમાણે સૂઇ રહે છે. તો પણ ઘણા લોકોને પોતાનાં ઘરનાં બધાં બારી બારણાં સજ્જડ બંધ કરી દઇ સૂવાની પણ ટેવ હોય છે. આ ટેવ ઘણી ખરાબ છે. આપણે એટલું જાણીએ છીએ કે, રાત્રિના સમયમાં અથવા ઉંઘતી વખતે આપણા શરીરની મરામત થતી હોય છે; તેથી દિવસે જેટલી ચોકખી હવાની આપણને જરૂર હોયછે તેના કરતાં ઉંઘતી વખતે ચોકખી હવાની આપણને વધારે જરૂર હોય છે. એવું આપણે જાણીએ છીએ તે છતાં આપણે બારીબારણાં બંધ કરી સૂઇએ છીએ એ કેવું ખરાબ? એથી આપણું આરોગ્ય કેવી રીતે જળવાય? અને આપણે સશક્ત અને આરોગ્ય શી રીતે રહી શકીએ?

ઉંઘતી વેળા ઓરડાનાં બારીબારણાં ઉઘાડાં રાખવાં એટલે છૂટ હવાની આવજા થઇ શકે, પરંતુ તેમ કરતાં માથા ઉપર પવન લાગે એવી રીતે તે ઉઘાડાં રાખવાં નહિ; કારણ એવી રીતે સૂવાથી શરદી થવાનો સંભવ રહે છે. આખા શરીર ઉપર પવન ફરી વળતો હોય તો તેથી શરદી લાગવાનો ભય નથી, પણ શરીરનો અમુક ભાગ તેમાં એ માથા ઉપર પવનનો સપાટો લાગે છે ત્યારે તેવો ભય રહે છે એ ખૂબ લક્ષમાં રાખવું. ક્ષયના અસાધ્ય રોગથી પીડાતા માણસો ખુલ્લી હવામાં રહ્યાથી સારા થયાના દાખલા જાણ્યામાં છે, તો પછી તનદુરસ્ત માણસો ખુલ્લી હવામાં સૂવાની ટેવ રાખે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તો તેથી તેમનું આરોગ્ય કેવું સરસ રહે તેની કલ્પના આપણે કરી શકીએ એમ છીએ.

વનસ્પતિને પણ તાજી હવાની તેટલી જ જરૂર છે. તેમને એવી તાજી હવાની જરૂર છે એટલું જ નહિ પણ તેમને સૂર્યનો પ્રકાશ પણ જોઇએ છે. છોડવાઓને અંધારા અથવા સૂર્યનો પ્રકાશ ન મળે એવા ઓરડામાં રાખ્યા હોય તો તેમનાં પાંદડાં પીળાં પડી જાય છે અને તે ખરી પડે છે; અને તેથી તે મરવા જેવાં થઇ જાય છે. સૂર્યના પ્રકાશને લીધે તે લીલાં છમ રહે છે. એ લીલો રંગ તેમની અંદર ઝીણા ઝીણા કોષ રહેલા છે તેમનાથી તૈયાર થતો હોય છે. એ કોષ વનસ્પતિને જોઇતો ખોરાક બનાવતા હોય છે અને તેથી તે જીવતી રહી શકે છે. તેથી કરીને છોડવાની અંદર આવા કોષ રૂપી રસોઇ-આઓ ઘણા હોય તો છોડવો સારી રીતે વધે છે, ફાલે છે, અને સુંદર ફળ આપે છે. આપણા શરીરમાં પણ લોહીની મારફત બધા ભાગોને ખોરાક પૂરો પડે છે. એ લોહીમાં પણ ઝીણા ઝીણા કોષ તરતા હોય છે. એ પ્રત્યેક કોષ શરીરના બધા ભાગ ઉપર ખોરાક લઇ જાય છે, અને તેમાંનો નકામો કચરો પોતે પાછો લઇ લે છે. આ કોષ લાલ ચુની જેવા હોય છે અને તેથી શરીરનું લોહી લાલ જણાય છે. પરંતુ કોઇ કોઇ વેળા તે ફીકકા પડી જાય છે અને તેથી શરીરનું લોહી ઉડી ગયેલા જેવું અને પીળું દેડકા જેવું જણાય છે. તેનું કારણ શું હશે? એ કોષોને લાલ ચુનિ જેવા થવાને માટે સૂર્યનો પ્રકાશ જોઇતો હોય છે, અને તેથી માણસો તડકામાં હરતા ફરતાં ન હોય અથવા તડકો ન આવે એવા ઘરમાં રહેતાં હોય તો તેમનાં શરીર વનસ્પતિનાં પાંદડાં જેવાં પીળાં પડી જાય જ અને તેથી તેઓ માદાં દેખાય જ. તેટલા માટે આપણે આરોગ્ય રહેવું હોય તો આપણે પણ થોડો ઘણો તડકો ખાવાની તથા સૂર્યનો પ્રકાશ આવતો હોય એવા ઘરમાં રહેવાની એટલી જ અગત્ય છે. અંધારા ઓરડામાં દિવસને રાત પૂરાઇ રહેવાથી માણસો માદાં પડે છે એ સિદ્ધ વાત છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તડકાથી એક બીજો પણ ફાયદો થાય છે. જેમ પાણીમાં સૂક્ષ્મ જંતુઓ રહેલાં હોય છે તેમ હવામાં પણ સૂક્ષ્મ જંતુઓ ઉડતાં રહે છે. એ જંતુઓનો ઓરડામાં ભરાવો થયાથી તેમાં રહેનારા માણસોનું આરોગ્ય બગડે છે. એ જંતુઓ ઓરડામાંના રાચરચીલા ઉપર, કપડાંલત્તાં ઉપર તથા ખૂણેખાચરે ચોંટી રહે છે. તડકો ઓરડામાં આવ્યાથી એ જંતુઓનો નાશ થાય છે. તેથી શરીરને નુકસાન કરનારા આવાં જંતુઓનો સૂર્યના પ્રકાશને લીધે નાશ થયાથી આપણાં ઘર સ્વચ્છ થાય છે. આપણાં કપડાં ઉનનાં હોય અને તે ધોબીને આપી શકાય એવાં ન હોય તો તેમને તડકે મૂકી તપાવવાં જોઇએ. એ જ નિયમે ગાદલાં, ગોદડાં પણ ગાળે ગાળે તડકે નાખવાં જોઇએ. વળી, હવામાં ઉબ નામની સૂક્ષ્મ વનસ્પતિ ધૂળની સાથે ઉડતી જ રહે છે. બંધ ઓરડા તથા ઘણા દિવસ સુધી બાંધી રાખેલાં કપડાં ઉબકૂાં ગંધાય છે, અને તેથી એવા ગંધાતાં ઓરડામાં પેસવાનું તથા એવાં ગંધાતાં કપડાં પહેરવાનું આપણને મન થતું નથી. ઓરડામાં છૂટ હવાની આવજા થવાથી તથા તડકો પડવાથી તેમજ કપડાં તડકે નાખ્યાથી એ ગંધ તરત જ ઉડી જાય છે, એટલા માટે ઘરની અંદર હવા છૂટથી આવજા કરી શકે એવી ગોઠવણ હોવાની સાથે તડકો આવવાની ગોઠવણ હોવાની પણ એટલી જ જરૂર છે.

આપણા ખોરાકની કેટલીક ચીજોનો કચરો, શાકભાજીનાં છોડાં, એઠવાડ વગેરે વસ્તુ બારીએથી આંગણામાં ફેંકવાની અથવા ઘરની બહાર એક ઠેકાણે નાખી દેવાની લોકોને ટેવ પડી હોય છે. એ ટેવ ઘણી ખરાબ છે, કારણ એ છોડાં, એઠવાડ તથા કચરો સડવા માંડે છે, તેમાં કીડા વખતે ખદખદે છે અને તેમાંથી ઉઠતી દુર્ગંધિ આપણા પોતાના જ ઘરમાં આવે છે, એટલું જ નહિ પણ દૂધ, દહીં પાણી વગેરે ખાવા પીવાની વસ્તુ તેનાથી ગંધાઇ ઉઠે છે. આવી નકામી વસ્તુને પતરાના ડબામાં ભરી રાખીને રોજ ને રોજ કચરાની પેટીમાં નાખી આવવી જોઇએ, અથવા ઘરથી દૂર લઇ જઇ તેને બાળી નાખવી જોઇએ અથવા ખાડો ખોદી દાટી દેવી જોઇએ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આવી ગંધાતી અને સડેલી વનસ્પતિ ખાતરની ગરજ સારે છે, અને તેથી એવા ખાતરવાળી જમીનમાં ઉગેલી વનસ્પતિને મળવો જોઇતો ખોરાક મળ્યાથી તે ખૂબ ફાલે છે. ઘરમાં દુર્ગંધ આવતી અટકાવવાને માટે આપણા ઘરનું આંગણું, ઘરના ઓરડાઓ, ઘરની આસપાસના જગ્યા સ્વચ્છ રહેવાં જોઇએ. ઘણા લોકોને પોતાના સુવાના ઓરડામાં પાળેલા કૂતરા, બિલાડી વગેરે રાખવાની ટેવ હોય છે, તથા ઘરમાં ગાય, બળદ, ભેંસ, ઘોડા વગેરે જાનવરોને બાંધે છે, એટલું જ નહિ, પણ કેટલાક ગરીબ લોકો એવાં જાનવરોની કોઢમાં, તેના તબેલામાં કે ત્યાં પાસે જ સુવે છે પણ ખરા. આ ટેવ ઘણી ખરાબ અને શરીરને અનારોગ્ય બનાવવાવાળી છે. કૂતરાં બિલાડાં વગેરેના શરીર ઉપરના ચાંચડો તથા મચ્છર આદિ જીવાતોને લીધે શરીરનું આરોગ્ય બગડે છે, ને એથી ઘર ગંદું રહે છે. જાનવરનું છાણ વાસીદું બરાબર થતું નથી તો અંદર જીવાતો પાકે છે, ને તેને લીધે ઘર વસવા લાયક રહેતું નથી. શરીરનું આરોગ્ય સાચવવું હોય તો તબેલા, કોઢ વગેરે સૂવા બેસવાના ઓરડાઓથી દૂર હોવા જ જોઇએ.

ઘરનું ભોંયતળીઉં છોબંધ હોય તો તે વળી ઝાડીઝુડી, ધોઇને સાફ રાખવું જોઇએ, ને લીંપણનું હોય તો દર અઠવાડીએ એક વાર તે લીંપાવું જોઇએ. ઓરડાઓ વાળતી વખતે જરા જરા પાણીનો છંટકાવ કરીને વાળ્યાથી છંટકાવને લીધે ઓરડાની ધૂળ વાળતાં ઉડતી નથી, અને તેથી બધો કચરો સાફ થઇ જાય છે. પાણી છાંટયા વિના એમને એમ વાળ્યાથી ઓરડામાં બધે ધૂળ ઉડે છે, અને તેની તે ધૂળ પાછી ધીમે ધીમે નીચે ઉતરી આવીને જમીન ઉપર પડે છે, દિવાલે ચોંટી રહે છે, અથવા ખીંટીએ કે વળગણીએ લટકાવેલાં કપડાંને ચોંટી જાય છે. ઘરની દિવાલો ને ભીંતો પણ માટીની હોય તો તે દિવાલો, ભીંતો વખતો વખત લીંપવી જોઇએ એટલું જ નહિ, પણ ચૂને ધોળાવવી જોઇએ. ઘર ચૂનેથી ધોળાવવું એ ઘણું ફાયદાકારક છે. એથી જીવાતો મરી જાય છે. જંતુનો નાશ થાય એવી બીજી દવાઓ પણ હાલમાં વપરાય છે. તે 'ફિનાઇલ,' 'કાર્બોલિક,' વગેરે છે. ગંધકનો ધૂમાડો કરવાથી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પણ હવા શુદ્ધ થાય છે. ગંધકની ગંધ ઘણી આકરી ને ગળામાં ગુંગળામણ થાય એવી હોય છે, પણ શીતળા, મરકી, કોગળીઉં, ક્ષય વગેરે રોગ ચાલતા હોય ત્યારે તો એવી દવાનો ઉપયોગ ખાસ આવશ્યક છે.

પ્રકરણ ચોથું.

ટેવ.

ટેવ એટલે શું ? સાંજસવાર રોજ આપણે ખાઇએ છીએ એ એક જાતની ટેવ છે. નિશાળે જતાં બાળકોને પોતપોતાના રોજના પાઠની ચોપડીઓ સાથે લઇ જવાનું યાદ રાખવું પડે છે. એમ છતાં કોઇ દિવસે ચોપડી લેતાં ભૂલી જવાય તો તે યાદ આવતાં અથવા તેનું કામ પડતાં તે લેવાને માટે તેમને પાછા ઘેર જવું પડે છે. આ પ્રમાણે રોજ ને રોજ ચોપડીઓ લઇને નિશાળે જવાના અભ્યાસથી તેમને તે લેવાની ટેવ પડી જાય છે. એનું એ કામ એને એ વખતે નિરંતર કરવાને લીધે તે કામ કરવું આપણને ઘણું સહેલું થઇ પડે છે. એથી કરીને એનું એ કામ કરવાની ટેવ પડવાને લીધે તે કરવાને માટે આપણે ઘણો વિચાર કરવો પડતો નથી અને આપણને તેનો શ્રમ પણ લાગતો નથી. પરંતુ ટેવ હમેશાં એ પ્રકારની હોય છે; તે સારી હોય છે તેમ માઠી પણ હોય છે. સારી ટેવ પાડયાથી આપણને લાભ થાય છે, પરંતુ ખરાબ ટેવ પડયાથી આપણને ઘણું સોસવું પડે છે. સારા, વિવકી, સભ્ય, વિચારશીલ અને શાંત રહેવાની આપણે ટેવ પાડવી જોઇએ. એથી આપણી આબરૂ અને આપણું માન વધે છે.

આપણે મજબૂત અને તનદુરસ્ત રહેવાને માટે જે વસ્તુની આપણને જરૂર હોય તેની ટેવ પાડવી જોઇએ. એવી ટેવ પડયાથી તે આપણને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ભારરૂપ લાગતી નથી, પરંતુ રોજ કરવાના કાર્ય જેટલી જ તે આપણને સરળ લાગે છે. એ ટેવ આ પ્રમાણે આપણે કહી શકીએ;—

(૧) સારી અને સ્વચ્છ હવાનો શ્વાસ લેવાની.

(૨) આપણો રોજનો ખોરાક બહુ ઉતાવળે એટલે ધાડાધાડ કરીને નહિ ખાવાની પણ એ ખોરાક જલદીથી પચી જાય તે માટે તેને ખૂબ ચાવી ચાવીને ખાવાની.

(૩) આપણા શરીરના સ્નાયુઓ બળવાન બને તેટલા માટે આપણે રોજ નિયમસર કસરત કરવાની.

(૪) શરીરનું લોહી બળવાન અને પોષણવાળું થાય તેટલા માટે સૂર્યનો પ્રકાશ પડતો હોય તેવી જગ્યાએ ઘણો વખત રહેવાની.

(૫) આપણે જાગતા કે ઉંઘતા હોઈએ ત્યારે દુર્ગંધ મારતા પદાર્થોવાળી હવાનો શ્વાસ નહિ લેવાની.

(૬) સ્વચ્છ અને હવા ઉજાશવાળા ઘરમાં રહેવાની.

ઘણા લોકોને ઘરમાં જ્યાં ત્યાં થુંકવાની ટેવ પડી હોય છે; તેમાં એ પાન તમાકુ ખાનારા માણસોના ઘરના ખૂણા, બીડી પીનારાનાં ઘર અને તમાકુ કે તપખીર સુંઘનારાંનાં લૂગડાં અવશ્ય ગંદાં હોય છે; એથી જ કહે છે કે, “ ખાય તેનો ખૂણો, પીએ તેનાં ઘર અને સુંઘે તેનાં લૂગડાં એ ત્રણે બરાબર. ” તેઓ જ્યાં બેઠા હોય ત્યાંથી પાનની પીચકારી મારે છે, અને તેથી આંગણું તથા ઘરના ઓરડા અસ્વચ્છ થાય છે. ઘણા લોકો રસ્તામાં જ્યા ત્યાં થુંકતા ફરે છે. આ ટેવ ઘણી ખરાબ છે એટલું જ નહિ પણ બીજા માણસોને સૂગ ચઢાવે એવી અને ગંદી છે. એવી ટેવથી ઘણી વેળા માઠાં પરિણામ પણ નીપજે છે. દાખલા તરીકે, ક્ષય રોગથી પીડાતા માણસની છાતીનો બળખો જ્યાં ત્યાં પડ્યો હોય તો તેના કોહી ગયા પછી તેમાંના જંતુઓ હવાની સાથે મળી ગએલા હોવાથી બીજા સારા અને તનદુરસ્ત માણસના શરીરમાં શ્વાસ વેળા તે ઉતરે છે, અને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તેથી તે સારો માણસ રોગી થાય છે. રોગીની વાત અપવાદ રૂપે ગણીએ તો પણ આપણે પોતાને રહેવાનું ઘર એવી જ્યાં ત્યાં થુકવાની ટેવથી ઘણું ગંદુ થાય છે. એ કંઇ સુગડતા કહેવાય ? તેથી એવી ટેવ પડવા દેવી નહિ. ખાવાપીવામાં તથા સૂવા બેસવામાં પણ નિયમિત રહેવાની ઘણી જરૂર છે. દરરોજ અમુક વખતે ખાવાની અને અમુક વખતે સૂઇ જવાની ટેવ પડયાથી શરીરને પીડા થવાનો સંભવ રહેતો નથી. એક દહાડો દસ વાગે, બીજે દિવસે બપોરે બાર વાગે અને વળી ત્રીજે દિવસે બપોરે બે વાગે એમ રોજ ને રોજ ખાવાના વખતમાં અનિયમિત રહેવાથી આપણી ભૂખ મરી જાય છે એટલું જ નહિ, પણ એવા અનિયમિતપણાથી આપણે પોતાને નુકસાન થાય છે, ખાધેલો ખોરાક બરાબર પચતો નથી અને શરીરમાં સુસ્તી ભરાય છે. એ જ પ્રમાણે રાત્રિએ અમુક વખતે રોજ સૂઇ જવાની ટેવ પડયાથી આપણને તરત ઉંઘ આવે છે. અનિયમિતપણાથી ઉજાગરો થાય છે, અને તેને પરિણામે બીજે દિવસ શરીર ભાંગે છે, માથું દુખે છે, અપચો થાય છે વગેરે અનેક પ્રકારની બેચેની આપણને જણાય છે. નિયમિત રહેવાની ટેવ પડયાથી, સવારમાં વહેલા ઉઠયાથી, દાતણ પાણી કરી ઝાડે ઝપટે જઇ આવી નાહી ધોઇ પાઠ વગેરે નિત્ય કર્મ કરી લીધાથી આપણને કોઇ પણ પ્રકારની મહેનત પડતી હોય એવું જણાતું નથી એટલું જ નહિ, પણ એ બધું વખતસર કરવાને લીધે આપણે આખો દહાડો નવરા ને નવરા રહીએ છીએ. ઘણા લોકોને સવારમાં જાજરૂ જઇ આવવાને ઘણું આળસ હોય છે, પણ એ સારૂં નથી. તે શરીરને નુકસાનકર્તા છે. વળી, ઘણા લોકો ખાતી વખતે અકરાંતીઆ પણે ખાતા હોય છે. પણ ભરે પેટે ખાધાથી શરીરમાં સુસ્તી ભરાય છે, ખોરાકનો મીનો ચઢે છે અને તેથી આળોટવાનું મન થાય છે. આપણને જેટલી ભૂખ હોય તેના કરતાં કંઇક ઓછું ખાવું જોઇએ. અધુરેપેટે રહેવું એ ઘણું સારૂં છે. એથી પાચનના અંગો ઉપર કામનો ઘણો બોજો પડતો નથી, અને તેથી તેઓ પોતપોતાનું કાર્ય વિના શ્રમે કર્યાં જાય છે, અને તેથી આપણું શરીર સારૂં અને તનદુરસ્ત રહે છે. જેટલી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વાર ભૂખ લાગે તેટલી વાર થોડું થોડું ખાધાથી તે જલદી પચી જાય છે. સાંજ સવાર બે વાર એક સામટું પેટ ભરીને ખાવા કરતાં ત્રણ વખત થોડું ખાવાથી શરીરને ફાયદો થાય છે, પાચન અંગો ઉપર વધારે પડતો બોજો આવતો નથી, અને તેથી શરીરમાં વિક્રિયા થતી નથી.

આપણું મગજ રાત્રિદિવસ કામ કર્યાંજ કરતું હોય છે, તેમાં વિચારના ઘોડા દોડયાં જ કરતા હોય છે. તેટલા માટે આપણી વૃત્તિ સારી, પરોપકારી, અને શાંતિમય રાખવી જોઇએ તથા આ સૃષ્ટિને તથા આપણને પેદા કરનાર પરમ દયાળુ પરમેશ્વરથી ડરીને ચાલવાની વૃત્તિ રહેવી જોઇએ. આપણા જીવન દરમ્યાન આપણા પોતાના શ્રેયની અંદર બીજાનું શ્રેય પણ સમાયેલું છે, આપણા પોતાના સુખમાં બીજાનું સુખ રહેલું છે, એવી સદ્‌વૃત્તિ રાખી એકલપેટા નહિ થતાં દુઃખી નિરાધાર અને આશ્રય આપવા લાયકને આશ્રય આપવાની, તેમનાં દુઃખ જેમ બને તેમ દૂર કરવાની આપણે ટેવ પાડવી જોઇએ. ધર્મિષ્ઠ થયાથી આ બધું જ બની શકે છે. પરમેશ્વરની ભક્તિથી આપણા હૃદયમાં દરેક જણના આત્મા પ્રત્યે ભક્તિભાવ રાખવાનું સ્ફુરે છે, ને એ સ્ફુરણાથી આપણું જીવન પણ નિશ્ચિત થાય છે, આપણા મગજમાં શરીરને પાયમાલ કરે એવા, નકામા, દુષ્ટ વિચારો આવતા નથી ને તેથી આપણું જીવન સુખી થાય છે અને આપણું જીવ્યું સપ્રમાણ ગણાય છે. પ્રભુએ આપણા સુખને માટે અનેક પ્રકારનું રાચરચીલું સૃષ્ટિમાં સરજાવેલું છે. એને માટે આપણે તેના અતિશય આભારી છીએ. એ આભાર તેના પ્રત્યે ભક્તિભાવ રાખીને આપણે પ્રતીત કરવો જોઇએ. મતલબ કે, આપણે ધર્મિષ્ઠ બનવું જોઇએ; બીજા તરફ દયાભાવ રાખવો જોઇએ; તેમની તરફ માયાળુ પણે વર્તવું જોઇએ અને વિવેક રાખવો જોઇએ. આવા ઉંચા પ્રકારના સદ્‌ વિચારોની ટેવ પાડયાથી અનિષ્ટ તથા દુષ્ટ વિચારો આપણા મગજમાં દોડશે નહિ, આપણને રોગી બનાવશે નહિ અને આપણું શરીર પાયમાલ કરશે નહિ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આપણને નાનપણથી કેટલીક ખરાબ ટેવ પડી હોય છે. એ ટેવ આપણે નિર્જીવ ગણીએ છીએ, પણ તેના એક વાર ટેવ પડયા પછી તે આપણને દુઃખરૂપ થઇ પડે છે, તથા તેને છોડી દેવી એ ઘણું કઠણ અને પીડાકારી લાગે છે. એમાંની એક ટેવ ચા પીવાની છે. લોકોને ચા પીવી કેમ બહુ ગમે છે ? કારણ કે, ચા પીવાથી શરીરમાં સ્ફુર્તિ આવતી જણાય છે, ને તેથી કામનો થાક ઉતરી ગયેલો લાગે છે એટલે કામે વળગ્યા રહેવાનું મન થાય છે. આનું કારણ એવું છે કે, ચાના સત્વમાં એક પ્રકારનો નીશો રહેલો છે. જ્યાં સુધી એ નીશાનું જોર રહે છે ત્યાં સુધી આપણા શરીરમાં એવી સ્ફુર્તિ ટકી રહે છે; પણ તે નીશો જેવો ઊતરી જાય છે તેવી જ આપણને નબળાઇ જણાવા લાગે છે, અને તેથી ફરીથી ચા પીવાનું મન થાય છે. ધંધાધારી લોકો મહેનત મજૂરી કરે એટલે તેમને ભૂખ તો લાગે, પણ તે વખતે કંઇ પણ ખાવાને બદલે તેઓ ચા પીએ છે. વારે ઘડીએ ચા પીવાથી ભૂખ મરી જાય છે. ચાને લીધે ખોરાક પણ ઓછો ખવાય છે, અને તેથી શરીરમાં તેટલી નબળાઇ વધતી જાય છે. અમુક પ્રમાણમાં ચા પીધી હોય તો તે એક જાતનો ખોરાક છે એ વાત ખરી. પણ ઘણા લોકો ચા નથી પીતા, પણ ચાનો ઉકાળો પીએ છે અને તેથી ચામાંનું સત્વ તેટલું વધારે તેમના શરીરમાં જવાથી તેટલા તેઓ નબળા પડતા જાય છે. તેટલા માટે ચા પીવી તો તે કુમળી જ પીવી. એમ છતાં ચા પીવાની આદત જ પાડી ન હોય તો વળી ઘણું જ સારૂં.

નાનાં બાળકોને ચાની ટેવ પાડવી એ ઘણું જ ખરાબ છે. માબાપો લાડમાં ને લાડમાં છોકરાંઓને ચા પાય છે, અને તેથી એવી ટેવ પડવાને લીધે મોટપણે તેઓ હેરાન થાય છે. ચાની ટેવવાળા માણસોએ ચા જ્યાં સુધી પીધી નથી હોતી ત્યાં સુધી તેમને બગાસાં આવે છે, તેમના શરીરમાં સુસ્તી ભરાતી હોય એવું તેમને જણાય છે. ચાના નીશાને લીધે જ એવું થતું હોય છે, પણ ચાના નીશા કરતાં વધારે નીશાવાળી વસ્તુની

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પણ લોકો ટેવ પાડે છે. એ ચીજો તાડી, દારૂ, ભાંગ, ગાંજો, અફીણ વગેરે છે. ચા પીવાની ટેવથી ચાનો વખત થાય છે તે વખતે બગાસાં આવે છે, શરીરમાં જરા બેચેની જણાય છે, પણ તેવું થોડી વાર જણાયા પછી તે બધું પાછું મટી જાય છે. પણ જેને અફીણ ખાવાની ટેવ પડી હોય તેને અફીણ ખાવાનો વખત થયો હોય તે વખતે તે ન મળે તો તે બહુ હેરાન થાય છે, અને વખતે તેનું મૃત્યુ પણ થાય છે. બંધાણીનાં શરીર કેવાં નબળાં હોય છે ? અફીણના બંધાણ કરતાં દારૂ, તાડી વગેરેનાં બંધાણ એથી પણ વધારે ખરાબ છે. એથી માણસોનાં નાનાં મગજ ઉપર ઘણી ખરાબ અસર થાય છે, એટલે તે જોઇએ તે પ્રમાણે પોતાનું કામ કરી શકતું નથી, અને તેઓ બેભાન થઇ ગાંડાની માફક લવે છે, ચાલતાં લથડીઆં ખાય છે અને તેનો નીશો રહે ત્યાં સુધી તે શબવત્ બેભાન પડી રહે છે. દારૂ પીવાની ટેવ ઘણીજ ખરાબ છે. એકવાર તેની ટેવ પડયા પછી તે છૂટતી નથી. એથી શરીરમાંનાં કુમળાં અવયવો બળી જાય છે, અને આખરે મૃત્યુ થાય છે. એ બધાં વ્યસન કહેવાય છે. તમાકુનું વ્યસન પણ સારૂં નથી. દાકતરોનો તથા અનુભવીઓનો તમાકુના વ્યસનને માટે એવો અભીપ્રાય છે કે તેને લીધે મોઢું છાક મારે છે (૨) હોઠ કાળા પડી જાય છે, (૩) ઝાડો નિયમસર તથા બરાબર ઉતરતો નથી અને હોજરીના રોગ લાગુ પડે છે, (૪) ફેફસાંને ઇજા થાય છે તથા હૃદય અનિયમિત થઈ જાય છે.

દારૂની ટેવથી પણ શરીરને ઘણું નુકસાન થાય છે. એનાથી હોજરીનો સોજો થઇ આવે છે, અને પ્રાચનક્રીયા તદ્દન બગડી જાય છે. કલેજા ઉપર દારૂની ઘણી જ ખરાબ અસર થાય છે. કલેજું એનાથી મોટું થાય છે, તેના પર સોજો ચડે છે અને વખતે તે પાકી ઉઠે છે. હૃદયના નિયમિત ધબકારામાં ફેર પડી જઇ તે ધબકારા વધારે થવા માંડે છે, અને એ પ્રમાણે તેના પર વધારે બોજો પડવાને લીધે તે દિવસે દિવસે નબળું પડતું જાય છે. દારૂડીઆના મગજનો કાબુ પોતાના જ્ઞાનતંતુઓ પર જરા પણ રહેતો નથી, અને તેથી તે લથડીઆં ખાતો ચાલે છે, ગમે તેમ લવે છે અને મોરીઓમાં પડે છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આવી આવી ખરાબ ટેવો પાડયાથી આપણે પોતે આપણું શરીર બગાડીએ છીએ અને માંદા રહીએ છીએ. એને લીધે આપણે પરાધીનતા ભોગવવી પડે છે, એટલું જ નહિ પણ આપણો જન્મારો નિરર્થક થઈ આપણે બીજાને બોજા રૂપ થઇ પડીએ છીએ. તેટલા માટે આપણું જીવ્યું સાર્થક કરવું હોય તો કદાપિ આવી ખરાબ લત આપણે પાડવી નહિ.

પ્રકરણ પાંચમું.

સ્વચ્છતા.

સ્વચ્છતા એ આરોગ્યનું બીજું સાધન છે. આપણે ‘ ઉપરથી અચ્છી બની, ભીતરકી રામ જાણે ’ એવી રીતે ઉપર ઉપરની ટાપટીપ રાખી લોકોને છેતરીએ એમાં કંઇ આપણું આરોગ્ય સુધરે નહિ. ઘણા લોકો મેલાં અને ગંદાં કપડાં અંદર પહેરે છે અને પોતે સ્વચ્છ અને સુઘડ છે એમ બતાવવાને માટે છેક ઉપલું કપડું ઉજળું અથવવા ધોયેલું પહેરે છે. આનું નામ સ્વચ્છતા નથી. મેલાં અને ગંધાતાં કપડાં પહેર્યાથી આપણા શરીરે અનેક પ્રકારના ચામડીના રોગ થાય છે. આપણા શરીરની ચામડીમાં જોયું હોય તો અનેક છિદ્રો રહેલાં છે. તે છિદ્રો વાટે શરીરમાંથી પરસેવો અને પરસેવાની સાથે કેટલોક સેંદ્રિય કચરો પણ બહાર નીકળે છે.ઘણા માણસોનો પરસેવો ગંધાતો હોય છે તેની આપણને કયાં ખબર નથી! પરસેવો ગંધાવાનું કારણ આપણી પોતાની અસ્વચ્છતા જ છે. પરસેવો સૂકાઇ જાય છે અને ચામડીનાં છિદ્રો પર તે જામી જાય છે એટલે છિદ્રો પણ પૂરાઇ જાય છે, અને તેથી છૂટથી પરસેવો છૂટવાનો રસ્તો બંધ થઇ જાય છે, એટલે પરિણામે શરીરમાંનો મેલ શરીરમાં મરતો હોવાથી આપણને તેટલું નુકસાન થાય છે.એટલા માટે આપણે રોજ ચોળીને નાહવું જોઇએ. એક લોટો પાણી લઇ ચાંગળે ચાંગળે ધોતીયું પલાળી બાકીનું પાણી માથે ઢોળી શરીર ભીનું કરવાનો અર્થ નાહવું થતો નથી. ઘણા લોકો એ જ પ્રમાણે નહાય છે. પણ તેથી નાહવાધોવાનો ખરે-

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ખરો અર્થ સરતો નથી. શરીર પરનો મેલ બરાબર સાફ થઇ જાય એવી રીતે ચોળી ચોળીને નાહવું એનું જ નામ ખરેખરૂં નાહવું છે. નાહતી વખતે સાબુનો પ્રયોગ કરવાથી શરીર ઉપર ઠરેલો મેલ ઝટ નીકળી જાય છે. આપણી ચામડી પરથી ખાલ ઉતર્યાં કરે છે, અને તેની જગ્યાએ નવી ચામડી આવ્યાં કરે છે એટલે ચોળીને નાહ્યાથી ઘણો ફાયદો થાય છે. વળી નાહતી વખતે પાણી પણ ચોકખું હોવું જોઇએ. ગંદા પાણીએ નાહ્યાથી શરીરનો મેલ દૂર કરવા જતાં બીજી જાતના વ્યાધિમાં વખતે આપણે સપડાઇ જઇએ છીએ. નાહ્યા પછી શરીર અંગુછા વતી ખૂબ ઘસીને લૂછવું જોઇએ. એથી મરી ગયેલી ચામડી એટલે કે શરીર પરની ખાલ દૂર થઇ શકશે અને તાજી, નવી, જીવતી ચામડીની વૃદ્ધિ તેટલી જલદીથી થશે. ઘણા લોકો ટાઢે પાણીએ નાહે છે. એ ટેવ સારી છે, પણ જેનાથી ટાઢું પાણી ખમી શકાતું ન હોય તેણે ઊને પાણીએ નાહવાને કંઇ વાંધો નથી. નાહતાં આપણા શરીર ઉપર બનતાં સુધી પવન લાગવા દેવો જોઇએ નહિ. એવે વખતે શરદી થઇ આવે છે અને ફેફસાં બગડે છે. તેટલા માટે પવન ન લાગે એવી રીતે બંધબારણે નાહવાનો અભ્યાસ રાખવો. નાહી ધોઇ શરીર ચોકખું રાખ્યાથી આપણું શરીર હલકું ફૂલ જેવું લાગે છે. શરીરમાંથી સુસ્તી ઉડી જાય છે, અને કામે વળગવાનું આપણને મન થાય છે. ઘણા લોકો તો પોતાનું શરીર સ્વચ્છ રાખવાને માટે સાંજ સવાર બે વાર નહાય છે. બે વાર નાહવું સારૂં છે. પણ તેમ ન બને તો સવારમાં એક વાર તો પ્રત્યેક જણે નાહવું જ જોઇએ. આપણા ધર્મમાં નાહ્યા વિના ખવાય નહિ એ નિયમ કહ્યો છે તે ઘણો સારો છે.

સવારસાંજ મ્હોડું સાફ કરવાની પણ દરેક જણે ટેવ પાડવી જોઇએ. સવારમાં ઉઠી દાતણ પાણી તો કરવાં જ જોઇએ, અથવા દાંતે મંજન અથવા મીઠું ઘસી તે સાફ કરવા જ જોઇએ. જે લોકો પોતાનું મ્હોડું ધોતા નથી, પોતાના દાંત સાફ કરતા નથી અને દાતણપાણી કરતા નથી તેમના મ્હોંમાંથી દુર્ગંધ ઉઠે છે, એટલે તેમની સાથે વાત કરવાનું પણ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મન થતું નથી. દાતણ કર્યાથી તથા દાંત ઘસીને ધોવાથી પેઢા સાફ થાય છે, અને ઓળ ઉતાર્યાથી શરીરમાંનો ઓખાર બહાર નીકળી જાય છે. મ્હોડું ધોતી વખતે તથા કોગળા કરતી વેળા જેમ પાણી ચોકખું હોય તેમ સારૂં, કારણ ખરાબ અથવા જંતુવાળું પાણી વાપર્યાથી તેટલું નુક. સાન વધારે થાય છે. દાતણપાણી વખતે ઊનું પાણી વાપરવું સારૂં છે, કારણ એથી દાંતના વચાળામાં મેલ ભરાયો હોય તે નીકળી જાય છે અને તેથી દાંતમાં સડો થતો અટકે છે. દાંત બગડયાથી અથવા નબળા પડયાથી ખોરાક ચાવતાં મુસ્કેલી પડે છે, અને ખોરાક બરાબર ચવાતો નથી તો તે બરાબર પચતો નથી અને ખોરાક પચતો નથી તો વ્યાધિ થાય છે.

જે લોકો નાહતા ધોતા નથી, ધોએલાં કપડાં પહેરતા નથી તથા માથામાં કાંસકી સરખી ફેરવતા નથી તેમના કપડામાં, માથામાં જૂ પડે છે અને તેથી માથું ફદફદી ઉઠે છે, તેમના શરીરે દરાજ થાય છે અને વખતે ખસનું દરદ પણ થાય છે. શરીરે ખુજળી થવાથી તેને મીઠી ચેળ આવવાને લીધે તેને આખો દહાડો પોતાનું શરીર ઘવડયાં કરવાનું મન થાય છે. ખસનો રોગ ચેપી ગણાય છે અને તેથી બીજાને પણ એ રોગ ઉડીને લાગે છે. એથી આપણે પોતે દુઃખી થઇએ છીએ અને બીજાને પણ દુઃખી કરીએ છીએ.

આપણાં શરીર સ્વચ્છ રાખવાની જેટલી જરૂર છે તેટલી જ જરૂર આપણે જે ઘરમાં રહેતા હોઇએ તે ઘર પણ સ્વચ્છ રાખવાની જરૂર છે. ઘણા લોકો ઘરની બાબતમાં સુઘડ જણાતા નથી. સુઘડતા નાહવા ધોવામાં, સ્વચ્છ કપડાં પહેરી ફરવામાં સમાઇ રહેલી નથી. જે માણસ બહાર સુઘડ હોવાનું બતાવે પણ પોતાના ઘરમાં તેવો સુઘડ ન હોય તે સુઘડ કહેવાય નહિ. ઘરમાં ઠેર ઠેર બાવાં બાઝયાં હોય, જાળાં દેખાતાં હોય, કપડાં ગમે તેમ ભોંય પર પડયાં હોય અને ધૂળમાં રગદોળાતાં હોય, પોતાના સુવા બેસવાના ઓરડામાંની બધી વસ્તુ પર ધૂળ વળેલી હોય તે સુઘડતાનાં ચિહ્ન નથી. ઘર ઝાડીઝુડી સાફ રાખવું જોઇએ, બાવાં કે જાળાં બાઝવા દેવાં ન જોઇએ, રાચરચીલાં ઉપર વળેલી ધૂળ ટુવાલે સાફ કરી નાખવી જોઇએ, અને બધું સારૂં દેખાય એ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

રીતે ગોઠવી રાખવું જોઇએ. ઘણા જણના નખ પાવડા જેવા વધેલા હોય છે તે ઘણું ખરાબ છે, કારણ નખમાં કેટલોક મેલ ભરાઇ રહેતો હોવાથી ખાતી વખતે તે મેલ આપણા પોતાના પેટમાં ઉતરવાનો સંભવ રહે છે. આવા માણસો ફુવેડ કહેવાય છે.

ઘણા લોકોનાં રસોડાં પણ બરાબર સાફ કરવામાં આવતાં નથી; તેથી ત્યાં માખી બમણ્યાં જ કરતી હોય છે. એવી માખીઓની અઘાર તથા તેનાં ઈંડાં ખાવાની વસ્તુપર પડવાથી આપણા ખોરાકની ચીજો પણ બગડે છે. તેટલા માટે ખોરાકની ચીજો કદાપિ ઉઘાડી રાખવી જોઇએ નહિ.

વળી, ઘરની સ્વચ્છતા જળવાઇ રહે તે માટે ઘરના જાજરૂ, મોરી, ખાળ, ચોકડી વગેરે સાફ રાખવાં જોઇએ કે તેથી ગંધકી ઘરમાં ફેલાઇ માણસોની તનદુરસ્તી બગાડે નહિ. ગંધકીથી મચ્છર વગેરે થાય છે અને તેથી તાવ વગેરેનો ઉપદ્રવ વધે છે. ખાળો અને મોરી વગેરેમાં થોડે દહાડે ઘાસતેલ, ફીનાઇલ, વગેરે રેડવું જોઇએ. એથી જંતુઓનો નાશ થશે અને સ્વચ્છતા જળવાશે.

પુસ્તકાલય ગુરુકુલ કાંગડી

સમાપ્ત.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar